

LES EAUX D'ALIMENTATION

des villes de
PONDICHERY ET DE CHANDERNAGOR
(Établissements français dans l'Inde)

THÈSE

Pour l'obtention du Diplôme de Docteur de l'Université
de Paris (Pharmacie)

Présentée et soutenue le Janvier 1911

PAR

CHARLES BOUVELOT

Pharmacien, Aide-major de 1^{re} classe des troupes coloniales
Ancien interne des hôpitaux de Paris

JURY { MM. BOUCHARDAT, *Président.*
PERROT, *Professeur.*
DELÉPINE, *Agrégé.*

PARIS
HENRY PAULIN ET C^{ie}, ÉDITEURS
21, RUE HAUTEFÉUILLE (6^e)

1911

LES EAUX D'ALIMENTATION

des villes de

PONDICHÉRY ET DE CHANDERNAGOR

(Etablissements français dans l'Inde)

UNIVERSITÉ DE PARIS
ECOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE

ANNÉE 1910-1911

N° 4

LES EAUX D'ALIMENTATION

des villes de

PONDICHERY ET DE CHANDERNAGOR

(Etablissements français dans l'Inde)

THÈSE

Pour l'obtention du Diplôme de Docteur de l'Université
de Paris (Pharmacie)

Présentée et soutenue le Janvier 1911

PAR

CHARLES BOUVELOT

Pharmacien, Aide-major de 1^{re} classe des troupes coloniales

Ancien interne des hôpitaux de Paris

JURY

MM. BOUCHARDAT, *Président.*
PERROT, *Professeur.*
DELÉPINE, *Agrégé.*

PARIS

HENRY PAULIN ET C^{ie}, ÉDITEURS

21, RUE HAUTEFEUILLE (6^e)

1911



Personnel de l'École supérieure de Pharmacie

ADMINISTRATION

MM. GUIGNARD, Directeur, Membre de l'Institut, O. ✱, Q I.
BOUCHARDAT, Assesseur, O. ✱, Q I.
E. MUSSON, Secrétaire, Q I.

PROFESSEURS

MM. BOUCHARDAT, O. ✱, Q I.	Hydrologie et Minéralogie.
GUIGNARD, Membre de l'Institut, O. ✱, Q I.....	Botanique générale.
VILLIERS, ✱, Q I.....	Chimie analytique.
BOURQUELOT, ✱, Q I....	Pharmacie galénique
GAUTIER, ✱, Q I.....	Chimie minérale.
RADAIS, Q I.....	Cryptogamie.
BEHAL, O. ✱, Q I.....	Chimie organique.
PERROT, ✱, Q I.....	Matière médicale.
COUTIERE, Q I.....	Zoologie.
BERTHELOT, Q I.....	Physique.
GRIMBERT, Q I.....	Chimie biologique.
MOUREU, ✱, Q I.....	Pharmacie chimique.
LEBEAU, Q I.....	Toxicologie.

Professeurs honoraires :

MM. MARCHAND, Q I.; JUNGFLEISCH, O. ✱, Q I.

AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM. GUERBET, Q I.	MM. GUÉRIN, Q I.
DELEPINE, Q I.	GUEGUEN, Q I.
VALEUR, Q A.	LUTZ, Q I.
BOUGAULT, Q A.	HERISSEY, Q I.
TASSILLY, Q I.	

CHEFS DES TRAVAUX PRATIQUES

MM. DEFACQZ, Q I.....	Chimie générale.
COUSIN, Q I.....	Chimie analytique
SOUÈGES, Q A.....	Micrographie.
MOURLLOT, Q I.....	Physique.
BARTHELAT, Q I.....	Microbiologie.

Chef du Laboratoire des examens pratiques : M. JAVILLIER, Q A.

Bibliothécaire en chef : M. DORVEAUX, Q I.

A MON MAITRE

M. LE PROFESSEUR G. BOUCHARDAT

Professeur d'Hydrologie et de Minéralogie
à l'École supérieure de Pharmacie
Membre de l'Académie de Médecine
Officier de la Légion d'Honneur

Hommage respectueux.

A MES CHEFS

ET

A MES CAMARADES

du Service de Santé des Troupes coloniales

A LA MÉMOIRE DE MA MERE

A MON PÈRE

A MON FRERE

MEIS ET AMICIS

AVANT-PROPOS

Avant d'entrer dans l'exposé de ce sujet, je tiens à remercier M. le professeur Bouchardat, pour l'amabilité avec laquelle il a bien voulu me recevoir dans son laboratoire; je le prie de vouloir bien agréer l'expression de ma profonde et respectueuse gratitude.

Je prie également M. François, Pharmacien des Hôpitaux, de vouloir bien recevoir l'assurance de ma profonde sympathie.

J'adresse à M. le professeur Perrot, et à M. le professeur agrégé Délépine, qui ont bien voulu accepter de faire partie de mon jury, mes meilleurs remerciements.

INTRODUCTION

Une des nombreuses causes de la réputation d'insalubrité de nos établissements français dans l'Inde est sans contredit, au moins en ce qui concerne les villes de Pondichéry et de Chandernagor, la mauvaise qualité de l'eau consommée par les habitants.

Nul n'ignore que, dans les pays chauds, les maladies d'origine hydrique ont une importance plus considérable que sous notre climat, les germes morbides et les parasites animaux qui vivent dans l'eau y sont plus abondants, ils y trouvent des conditions plus favorables à leur développement.

Les habitants de Pondichéry, outre l'eau amenée en ville par une canalisation des plus défectueuses, tirent leur eau de puits particuliers ou publics, de puits artésiens, de rivières, d'étangs ou de mares; à Chandernagor pas de fontaines publiques, l'eau consommée est puisée soit dans l'Hougly (un des bras du Gange) soit dans des puits, des mares ou des étangs.

Vu l'importance du rôle joué par l'eau dans les mœurs indiennes, il nous a paru intéressant, au moment où le problème se posait d'alimenter d'eau ces deux villes, de rassembler quelques données sur les eaux dont nous venons d'indiquer les provenances.

La difficulté pour mener à bien le problème, résidait dans la recherche des sources capables de fournir de l'eau apte à l'alimentation et en quantité suffisante.

Nous avons analysé les différentes eaux, montré combien l'emploi de certaines pouvait être préjudiciable à la santé publique, ces résultats nous ont permis de tirer des conclusions.

Nous diviserons notre travail en trois parties :

Dans la première nous donnerons quelques généralités sur l'Inde française et son climat, sa morbidité, son hydrographie, sur les villes de Pondichéry et de Chandernagor. Nous étudierons les différentes eaux consommées à Pondichéry, leur origine, nous examinerons les garanties de pureté qu'elles peuvent offrir.

Nous donnerons ensuite le nouveau projet d'adduction et de distribution de l'eau.

Dans une deuxième partie nous nous occuperons des procédés d'analyses que nous avons employés, nous donnerons les résultats de ces analyses.

La troisième partie comprendra l'étude des eaux de Chandernagor, du nouveau projet d'adduction et du mode de filtration adopté, pour la purification de l'eau de l'Hougly, par les filtres à sable rapides américains du « système Jewel ». Enfin des résultats indiqués, nous tirerons nos conclusions.



Territoires français



Chemins de fer

PREMIERE PARTIE

CHAPITRE PREMIER

Etablissements français de l'Inde
Climat. — Hydrographie. — Morbidité. — Mortalité.
Les villes de Pondichéry et de Chandernagor.

Les établissements français de l'Inde datent de 1668; ils ne se composent aujourd'hui que de fractions de territoire, isolées les unes des autres et complètement enclavées dans les possessions anglaises; leur superficie totale est de 50.803 hectares. On peut dire d'une manière générale que le climat, régi par les moussons dont l'influence se fait plus particulièrement sentir aux bords de la mer, est salubre.

Nos établissements sont soumis aux vents réguliers connus sous le nom de moussons, qui règnent alternativement dans la mer des Indes pendant six mois de l'année.

En septembre existe une période de transition dite « saison des calmes », pendant laquelle ne souffle aucune brise, c'est un des mois les plus fatigants pour les Européens.

La mousson du nord-est règne du 15 octobre au 15 avril, celle du sud-ouest, du 15 avril au 15 octobre. Pendant les mois de mai, juin, juillet et août, une brise chaude, brûlante, désignée

sous le nom de « vent de terre », règne sur la côte de Coromandel. Presque toujours les renversements de mousson sont l'occasion de gros temps et d'ouragans, les plus violents apparaissent en novembre et en janvier.

Les écarts de température sont faibles, la chaleur excessive y est presque toujours continuelle, l'atmosphère étouffante y est très pénible pour les Européens. On est dans un état de transpiration continuelle et de surexcitation nerveuse qui finit par ôter le sommeil et l'appétit.

Les maladies que l'on observe dans l'Inde tant sur les Européens que sur les indigènes sont extrêmement nombreuses, beaucoup sont endémiques, on peut leur attribuer une origine hydrique. Celles que l'on rencontre le plus fréquemment sont : l'anémie tropicale, le paludisme, la diarrhée et la dysenterie, l'hépatite suppurée, la lèpre, l'éléphantiasis, la filaire de Médine, le mycétome, le béribéri, la fièvre typhoïde, la variole, le tétanos, le choléra, la peste.

En consultant les statistiques dressées pour les six dernières années (1), on constate que la morbidité a subi une marche décroissante. Elle était en 1899 de 310 pour 1.000 habitants; en 1904, elle n'est plus que de 186; beaucoup de malades échappant à l'observation des médecins européens, ces chiffres ne peuvent être considérés comme rigoureusement exacts.

Pour ce qui concerne la mortalité, le coefficient n'a pas beaucoup varié; il oscille entre un minimum de 33 et un maximum de 40 pour 1.000 habitants.

Comme mortalité, Chandernagor dépasse de beaucoup le coefficient des autres dépendances; il oscille entre 41 et 63 pour 1.000. Ces chiffres prouvent l'insalubrité de notre possession du Bengale.

L'année se divise en deux saisons principales : la saison sèche, et la saison pluvieuse, qui varient de durée suivant les territoires. A Pondichéry, la saison sèche dure depuis le commencement de janvier jusque vers le 15 octobre environ; la tempé-

(1) KERMORGANT. — *Hygiène coloniale, établissements français de l'Inde.*

rature oscille à ce moment pendant le jour entre 31° et 43° C, et pendant la nuit entre 27° et 29° C. Les autres mois constituent la saison relativement fraîche pendant laquelle la température varie de 25° à 32° C pendant le jour et de 15° à 20° C pendant la nuit.

Cette saison est la plus humide, les vents qui soufflent du nord-ouest et du sud-est passant sur la mer, entraînent une certaine quantité de vapeur d'eau, tandis que, pendant la saison chaude, les vents variant de l'ouest au sud-ouest, provenant de l'intérieur des terres, sont desséchés par leur passage sur le sol échauffé par un soleil ardent.

L'humidité relative atteint son maximum, 84° 29, en décembre, et son minimum, 79°, en mars. Les variations ne sont pas très fortes, le climat n'est vraiment humide que pendant la saison fraîche.

Les pluies sont en général rares à Pondichéry; elles ne tombent avec quelque fréquence qu'en juillet et en août, puis en octobre, décembre et janvier. La quantité moyenne annuelle d'eau tombée est de 675 millimètres.

Les pluies ne sont point périodiques, leur apparition avance ou retarde; il y a des périodes de plus d'une année sans un jour de pluie, la moyenne annuelle des jours de pluie est de 72, aussi le manque d'eau se fait-il souvent sentir pendant la saison sèche.

La constitution du sol vient encore augmenter par sa disposition les conditions défectueuses de notre territoire au point de vue de l'eau. Pondichéry est bâtie sur un sol sablonneux très perméable; la ville s'est élevée sur une vaste plaine de sable de la mer recouverte aujourd'hui par tous les apports accumulés depuis plus de deux cents ans que François Martin a jeté les fondations de la ville, et notamment par les ruines de l'ancienne cité de Duplex, impitoyablement rasée par les Anglais en 1761.

A mesure qu'on s'éloigne du bord de la mer, la constitution du sol se modifie; on rencontre alors des couches d'argile alternant avec des couches de sable. Ces argiles sont ferrugineuses, très riches en sable, 50 % dans certains cas, ce qui les rend très perméables. En d'autres points, elles sont compactes, mais éga-

lement sablonneuses et diversement colorées; elles sont utilisées par les natifs pour faire des poteries assez grossières.

Plus profondément, on trouve des sables agglomérés, des lignites, du sulfate de chaux; aussi l'eau des puits creusés profondément exhale-t-elle une odeur sulfureuse provenant de la réduction des sulfates par les matières organiques que l'on trouve en abondance.

Dans la masse qui a été explorée à 172 mètres de profondeur dans la ville de Pondichéry, et à 118 mètres à Bahour, on rencontre des argiles jaunes et grises dont l'abondance dans ces territoires augmente en allant vers le Sud.

Des collines connues sous le nom de « Montagnes rouges ou grès de Goudelour » forment une ceinture au terrain alluvien de Pondichéry. Au pied des collines, à Sedrapett et Valdaour, on aperçoit des affleurements d'un banc rocheux du terrain crétacé formé par un conglomérat de calcaire jaune et grisâtre contenant des fossiles; à l'ouest de Pondichéry, notre possession est limitée par l'affleurement de Tirouvicaré, bien connu des géologues locaux par les débris abondants silicifiés de bois fossiles qu'il contient.

Cette constitution du sol permet d'expliquer la présence, dans toute la région, d'un grand nombre de puits et d'étangs créés artificiellement et destinés à recueillir la plus grande quantité d'eau possible pendant la période des pluies, afin de pouvoir l'utiliser, pendant la saison sèche, aux nombreux usages prescrits par la religion hindoue.

La plupart des cours d'eaux qui passent sur notre territoire, coulent sur un lit de sable, et sont absolument à sec pendant la plus grande partie de l'année. Pendant la saison des pluies, ils se transforment en véritables torrents et roulent avec impétuosité vers la mer des eaux rouges et limoneuses.

On en compte huit plus ou moins importants : la rivière de Gingy qui donne naissance à la rivière d'Ariamcoupom, le Chounambar, le Ponnéar qui se jette dans la rivière de Gingy, le Coudouvéar qui se jette dans le Chounambar, le Ponnéar qui prend sa source dans les Gattes et se jette dans la mer, le Maltar

qui dérive des eaux du Ponnéar et se jette dans le Coudouvéar, et l'Oupar qui se jette à la mer. Les plus importants de ces cours d'eaux sont les rivières de Gingy et de Ponnéar, dont la source est à 20 myriamètres dans l'intérieur, et qui ne sont navigables pour les petits bateaux à fond plat que pendant quatre mois de l'année sur un parcours de 25 kilomètres, à partir de l'embouchure.

La ville de Pondichéry, chef-lieu de nos établissements, est située sur la côte Coromandel dans le Carnatic, par $11^{\circ} 55' 41''$ de lat. N. et $77^{\circ} 31' 30''$ de long. E.; l'heure de Pondichéry avance donc de 5 h. 10 sur celle de Paris.

Chandernagor, quoique entourée par un grand nombre de bois et d'étangs, n'est pas plus favorisée au point de vue de l'eau potable; là également, le terrain d'alluvions toujours humide a permis aux habitants de creuser de nombreux étangs où l'eau est recueillie soigneusement pour la saison sèche.

Le climat est cependant un peu plus frais que celui des pays environnants, la température y présente des écarts un peu plus grands. Elle s'abaisse parfois en janvier à 7° et à 8° C et monte en mai jusqu'à 43° C; la moyenne y est de 22° C d'octobre à mars; elle tombe à 20° en décembre et janvier ; généralement elle se maintient entre 20° et 25° en octobre. Le mois le plus chaud de l'année est le mois de mai.

Les pluies y sont également plus fréquentes, elles commencent en mai et en avril, deviennent continues en juin et durent jusqu'à la mi-octobre; elles sont torrentielles au mois d'août. On compte comme chiffre moyen 106 jours de pluie par an.

Chandernagor, située dans le Bengale, par $20^{\circ} 61' 26''$ de lat. N et $86^{\circ} 09' 15''$ de long. E, se trouve à 12.000 kilomètres au nord-est de Pondichéry et à 7 lieues au-dessus de Calcutta, à laquelle elle est reliée par un chemin de fer.

La ville construite sur la rive droite de l'Hougly, l'un des bras du Gange, à 35 lieues de son embouchure, s'élève au fond d'une belle anse formée par le fleuve.

On compte, sur ce territoire d'une superficie de 940 hectares, plus de 1.500 étangs grands et petits et constituant autant de

mares croupissantes, où viennent s'approvisionner les indigènes pour leur éviter d'aller jusqu'au fleuve, chercher l'eau nécessaire à leur consommation.

Au point de vue de l'eau, les deux villes de Pondichéry et de Chandernagor se trouvent donc dans les conditions les plus défavorables : pas de sources fournissant une eau pure; les cours d'eaux, à sec pendant la majeure partie de l'année, sont inutilisables. Nous verrons cependant que, parmi les eaux d'origines très différentes qu'on peut trouver sur le territoire de Pondichéry, une nappe souterraine, située à sept mètres de profondeur environ, et protégée par une couche d'argile compacte, est capable de fournir une eau peu minéralisée, mais excellente au point de vue chimique.

Cette nappe, très riche, peut fournir, captée dans de bonnes conditions, en quantité suffisante, l'eau qui joue un rôle si important dans la vie hindoue.

CHAPITRE II

Rôle de l'eau dans les mœurs hindoues Différentes origines des eaux anciennement en usage à Pondichéry. — Historique.

Le souci constant de la propreté dans les mœurs indiennes explique le rôle immense dévolu à l'eau dans cette région. Le rite brahmanique pris à la lettre prescrit en effet à l'Hindou une ablution chaque fois que, après une sortie, il regagne son habitation.

C'est du reste grâce à ces ablutions fréquentes que les différentes épidémies qui visitent périodiquement ce pays, sont impuissantes à le dépeupler, étant donné cependant ses mœurs encore si primitives.

L'Indien ignore totalement la contagiosité des grands fléaux : variole, choléra, peste, il soignera sans scrupule son voisin atteint d'une de ses maladies, mais avant de rentrer il ira à la flaque d'eau la plus voisine laver son « chomin » (1) et prendra lui-même un grand bain, non par mesure hygiénique, mais parce que sa religion le veut ainsi.

Cette même religion exige également que le baigneur inconscient qui vient se purifier dans l'eau, soit obligé en sortant de son bain, d'avalier une gorgée d'eau de cet étang commun dont la propreté est plus que douteuse.

(1) Vêtement de l'homme, pièce de cotonnade qui attachée autour des reins, descend plus ou moins bas au-dessous du genou.

Les prières qui doivent être récitées au bord de l'eau *Devadaruppanâme* et *Irudidaruppanâme* comportent dans leur rituel le port à la bouche, à trois reprises différentes, d'une petite quantité de l'eau puisée dans cet étang, eau qui est sensée avoir été purifiée spirituellement par le *gaïatrymantram*. Cette invocation à la déesse des eaux, épouse de Narayana (Vichenou) est la plus sacrée, la plus sublime, et la plus efficace des prières des brahmes; elle est loin cependant de détruire les microbes.

Brahma, ce premier né des eaux, ce solitaire des mondes, qui est sorti de la contemplation de lui-même pour créer l'univers et enseigner les Védas ne s'est sans doute point douté du rôle des infiniment petits dans la genèse des maladies, il a pu encore moins supposer comme véhicule de ces microbes malfaisants l'élément sacré qui l'avait engendré lui-même (1).

Le musulman est astreint aux mêmes soins de propreté qu'un brahmanique, avant de procéder à sa prière; mais sa religion lui recommande de ne se servir pour cela que d'une eau absolument pure de toute souillure; dans le cas contraire, il lui est permis d'employer l'ablution sèche (se frotter le visage et les bras avec la main préalablement passée sur du sable fin) (2).

En dehors de ces lavages fréquents et de ces bains quotidiens, il existe dans l'Inde un autre genre de bain plus important et plus solennel, que tout Hindou doit prendre deux fois par semaine en se frottant au préalable le corps soit avec de l'huile de sésame, de l'huile de ricin ou de la mantégue (3).

Le rôle de l'eau ne s'arrête pas aux seuls bains :

« Après avoir dormi, dit Manou (4), après avoir éternué, après avoir craché, après avoir dit des mensonges, après avoir bu, et au moment de lire les saintes écritures on doit se laver la bouche même étant pur. »

Tous les matins, toilette minutieuse de la bouche; le Sastra de l'Inde prescrit pour cet usage, sous peine de malheur, une bran-

(1) *Mœurs médicales de l'Inde*. — D^r PARAMANANDA-MARIADASSOU.

(2) HOUDAS. — *L'Islamisme*.

(3) Beurre obtenu avec le lait de buffle.

(4) *Lois de Manou*, liv. V, sloca. 145.

che verte d'un arbre à principe amer : le porchier (1) est généralement le plus employé. Cette branche longue de 4 travers de doigts pour toutes les castes, sauf pour les brahmes 6, pour le roi 9, pour les Védias ou religieux 12, doit être lavée trois fois dans de l'eau pure, et portée ensuite à la bouche avec la main droite en se tenant la face au nord, à l'est ou à l'ouest et jamais au sud (2).

A la fin du repas nouvelle toilette, on se rince la bouche douze fois d'après le Sastra de l'Inde on se lave les mains jusqu'au coude et l'on va jusqu'à se laver les pieds.

Comme boisson commune l'eau que l'on va puiser dans les puits publics, dans les étangs ou dans les rivières.

On n'applique dans ces régions aucun procédé de purification, à peine frotte-t-on sur la paroi interne du récipient en terre cuite ou en cuivre un peu de « noix à clarifier » (Vomiquier) (3), encore se contente-t-on bien souvent du repos comme moyen de clarification.

Frappé de l'importance du rôle joué par l'eau dans la vie indienne, et appelé à faire les analyses des eaux pouvant servir à alimenter en eau potable la ville de Pondichéry, il nous a paru intéressant de rassembler quelques données sur les eaux consommées jusqu'à ce jour et celles mises actuellement à la disposition de la population.

EAUX CONSOMMÉES ANCIENNEMENT A PONDICHÉRY

Pondichéry dont la population peut s'évaluer à 50.000 habitants utilise des eaux d'origines toutes différentes.

1° De l'eau provenant d'une nappe souterraine prise au puits de Moutrépaleom.

(1) *Thespesia populnea*. Malvacées, arbre servant à ombrager les routes à Pondichéry.

(2) *Mœurs médicales de l'Inde*.

(3) *Strychnos potatarum* (Loganiacées) baies subglobuleuses, luisantes, noires à la maturité, la pulpe est mangeable, les semences sont orbiculaires grisâtres, plus petites et moins aplaties que celles de la noix vomique.

- 2° De l'eau des puits ordinaires (nappe aquifère superficielle).
- 3° De l'eau des puits artésiens.
- 4° De l'eau des étangs et des mares.

I. — *Eaux de Moutrépaleôm*

Les eaux de Moutrépaleôm proviennent d'un puits situé au pied du coteau du même nom, à trois mètres de l'étang de Moutrépaleôm, dans la commune d'Oulgaret, à environ sept kilomètres au sud-ouest de Pondichéry.

Ce puits mesure 3 mètres 20 de largeur sur 4 mètres 90 de profondeur y compris 0 mètre 60 de margelle, le diamètre intérieur est de 2 mètres 60, la hauteur de l'eau est de 2 mètres 50, hauteur à l'étiage 2 mètres. Sa construction, si l'on s'en rapporte à la légende, remonterait à une date très ancienne; cette légende est rapportée sur le bas-relief de la fontaine se trouvant encore actuellement sur la place du Gouvernement à Pondichéry.

« A une époque des plus reculées le roi Kichenarayer cheminait un soir avec son ministre Appaziayer lorsqu'il aperçut la maison de la bayadère (1) Aye splendidement illuminée. Se croyant en face d'un temple il se prosterna, mais reconnaissant bientôt son erreur, il ordonna de démolir cette maison et fit creuser à l'endroit même un étang, c'est celui de Moutrépaleôm; sur ses instantes prières la bayadère Aye obtint de faire construire à ses frais un puits, et de lui donner son nom : Ayekinarou. »

Pendant de longues années, la ville blanche s'approvisionna à ce puits au moyen de charrettes à bœufs. Dupleix, pour remédier aux nombreux inconvénients résultant de ce système, eut le premier l'idée de faire une canalisation pour conduire l'eau en ville. Le temps ne lui permit pas de mettre son projet à exécution, ce ne fut qu'un siècle plus tard sous le gouvernement de l'amiral

(1) Les bayadères ou danseuses publiques sont des courtisanes, attachées à chaque temple, elles prennent le nom de déva-dessys (suivantes ou esclaves des dieux).

de Verminoc de Saint-Maur que le projet de Duplex commença à être mis à exécution.

On construisit tout d'abord la fontaine de la place du Gouvernement, la conduite qui devait y amener l'eau ne fut construite qu'en 1863, neuf ans plus tard.

Le puits de Moutrépaleôm, servant à l'alimentation de la ville, est creusé à trois mètres de l'étang du même nom (appelé encore étang d'Ayecolom), sur le chemin vicinal qui fait communiquer la route du grand étang à celle de Villenour.

L'étang qui mesure 50 mètres de largeur sur 60 mètres de longueur est une cuvette située au pied d'un coteau, sur lequel s'élèvent de nombreuses pailloles composant le village de Moutrépaleôm; il est borné au nord par la route du grand étang qui le domine; à l'ouest, par le chemin vicinal allant rejoindre la route de Villenour; au sud, par des rizières; à l'est, par une propriété privée.

Le puits et l'étang paraissent être alimentés par la même nappe aquifère, le niveau de l'eau est à la même hauteur dans chacun d'eux.

Cet étang est le réceptacle où s'écoulent toutes les eaux pluviales qui descendent du coteau, entraînant avec elles les immondices du village. Comme tous les étangs dans l'Inde, il sert de baignoire commune aux habitants de la région, les troupeaux de buffles et de bœufs viennent également s'y baigner, c'est dire que l'eau de cet étang est un véritable bouillon de culture pour tous les microorganismes; sa contamination est certaine, et par suite l'eau du puits doit être également contaminée. En admettant même que l'étang et le puits ne soient pas alimentés par la même nappe, la faible distance qui les sépare permet d'affirmer la contamination.

Ce puits à ciel ouvert est exposé à recevoir toutes les poussières, les débris et objets de toute sorte qui peuvent y être projetés. C'est là que les femmes du village viennent puiser l'eau nécessaire à l'alimentation. Elles plongent dans le puits à l'aide d'une corde, que chacune d'elles apporte et remporte avec le même soin, des récipients en terre cuite ou en cuivre, désignés sous le

nom de « pannelles », toujours plus ou moins souillés par leur contact direct avec le sol de la paillote dont la propreté est toujours plus que douteuse.

Hypothèses sur l'origine de l'eau de Moutrépaleôm

D'après l'ingénieur Poilay (1), les sources de Moutrépaleôm sont alimentées par un vaste réservoir, dont les émissions forment au pied des collines d'Oussoudou une ceinture d'étangs et de puits qui s'étend de Moutrépaleôm à Carouvadicoupom, sur le versant de la rivière de Gingy, et se prolonge jusqu'à Calapett sur le versant du golfe du Bengale.

Ce réservoir consiste en une couche de sables aquifères, superposée à une épaisse couche d'argile et gisant au-dessous d'un banc de calcaire grossier, qui s'étend sur la rive gauche de la rivière de Gingy, de Tirouvicaré à Sedrapett, au nord du grand étang d'Oussoudou. Cette nappe se prolonge sous le grand étang, passe à travers les grès sur lesquels est venu se déposer le massif de latérites constituant les collines qui s'étendent de Périmbé à Mortandi, et va aboutir au rivage du golfe où les eaux de la mer maintiennent en équilibre les eaux douces et forment, pour ainsi dire, tampon pour leur fermer l'issue.

L'étendue de ce réservoir, dans les limites que M. Poilay indique, est supérieure à 150 kilomètres carrés. Son bassin d'alimentation, par l'absorption des eaux pluviales, s'étend au nord-ouest jusque vers Maylom et présente une étendue de plus de 300 kilomètres carrés. Ces terrains, tous très perméables, reçoivent annuellement une quantité d'eau de pluie qui peut être évaluée à 900 ^m/_m de hauteur, en se tenant à la moyenne des observations recueillies pendant dix années à Souttoulékény et à Coudépacom.

En admettant que la moitié de ces eaux pluviales soit évaporée à la surface du sol ou entraînée par les ruisseaux, il restera pour

(1) D' HUILLET, — *Hygiène des blancs, des mixtes et des indiens à Pondichéry.*

l'alimentation du réservoir, par infiltration, une quantité moyenne de 135.000.000 de mètres cubes chaque année, représentant, sur un champ de 150 kilomètres carrés d'étendue, un bassin ayant 0^m90 de hauteur d'eau.

La ville consommant au maximum 5.000 mètres cubes par jour, à raison de 100 litres par habitant, ce qui représenterait une quantité annuelle de 1.725.000 mètres cubes, le niveau de l'eau dans le réservoir décrit plus haut, baisserait seulement de quelques millimètres, 0^m0075 environ.

Le Docteur Huillet avait bien, avant l'ingénieur Poilay, émis une autre hypothèse : « Les sources de Moutrépaleôm, dit le D^r Huillet, paraissent provenir des montagnes de Gingy, situées à 80 kilomètres à l'ouest et au nord-ouest de Pondichéry ; suivant la pente naturelle du sol, elles traversent la vaste plaine qui, de ces hauteurs, s'étend jusqu'à l'entrée de notre territoire, passent sous le grand étang qui en collecte une partie, filtre à travers les terres sablonneuses du coteau et viennent couler du côté de la ville.

Cette origine permettrait d'expliquer pourquoi l'étang et le puits de Moutrépaleôm, ainsi que quelques autres, ne tarissent jamais et pourquoi également la nappe aquifère occupe un développement de près de 5 kilomètres. Le coteau n'a évidemment pas une étendue suffisante pour fournir un aussi grand volume d'eau.

Que l'une ou l'autre de ces hypothèses soit admise, les sources de Moutrépaleôm ne sont en aucun cas alimentées par des infiltrations des eaux ni par celles du grand étang, car ni le puits ni l'étang de Moutrépaleôm, ni les autres puits et étangs alimentés par la même nappe, n'ont jamais tari, pas même pendant l'année 1878, mémorable par sa grande sécheresse, où les quantités de pluie constatées à Souttoulékény et à Coudépacom avaient abaissé la moyenne des hauteurs d'eau tombées à 555 ^m/_m.

Constitution géologique du sol de Moutrépaléom

D'après les sondages et les travaux exécutés à Moutrépaléom en 1891, sous les auspices de la municipalité de Pondichéry, la constitution du sol aux environs de l'étang serait la suivante :

- 1° Une couche de terre de faible épaisseur;
- 2° Une couche d'argile mesurant jusqu'à trois mètres;
- 3° Un dépôt de sable d'eau douce d'une profondeur de trois mètres environ à travers lequel s'écoule la nappe aquifère (nappe supérieure qui alimente le puits de Moutrépaléom);
- 4° Une nouvelle couche d'argile compacte dont l'épaisseur varie de 0 m. 80 à 1 mètre;
- 5° Un dépôt de sable renfermant une nouvelle nappe d'eau (nappe inférieure en pression, qui jaillit quand on vient à percer le toit sous lequel elle est emprisonnée, pour s'élever au niveau de la première nappe et même un peu plus haut).

Le sous-sol de Moutrépaléom posséderait donc deux nappes, l'une à une profondeur variant de 2 à 3 mètres et séparée de la surface par une couche argileuse plus ou moins compacte, la deuxième jaillissante se rencontre vers sept mètres, sous une nouvelle couche d'argile.

Toutes les deux paraissent avoir la même origine, l'analyse chimique n'ayant révélé entre elles que des différences insignifiantes, l'eau de la nappe supérieure qui alimente le vieux puits de Moutrépaléom était anciennement la seule utilisée.

Débit et canalisation

La conduite d'eau de Moutrépaléom, construite en 1863 sur les plans de l'ingénieur Lamairesse, a une longueur de 5.200 mètres du puits de Moutrépaléom à la fontaine de la place du Gouvernement. Elle est presque entièrement construite en maçonnerie à l'exception d'une section d'un kilomètre environ, où des tuyaux en fonte ont été posés il y a plusieurs années.

Une portion de 2.900 mètres est entièrement sous terre à une profondeur qui varie entre 2 mètres du côté du puits et 0 m. 50 du côté de Pondichéry. La plus grande partie qui traverse des rizières, des terrains cultivés, le sous-sol de la ville, est en maçonnerie et se trouve depuis de longues années en fort mauvais état.

Les solutions de continuité qu'elle présente, permettent la communication avec les terrains avoisinants et l'eau des rizières, boueuse et contaminée par les engrais, vient continuellement souiller l'eau de la conduite qui sert à l'alimentation. Ces mêmes fissures laissent, en temps de sécheresse, échapper l'eau qui, à son arrivée à Pondichéry, se trouve contaminée ou réduite dans une proportion sensible. Cette eau est en général consommée telle qu'elle arrive aux fontaines par les habitants, la plupart des Européens la font bouillir avant de la consommer.

Son débit à l'époque des hautes eaux peut atteindre 220 litres par minute soit 228.000 litres par jour, en réalité la quantité d'eau utilisable ne s'élève pas à plus de 150.000 litres par jour, soit une moyenne de 3 litres par habitant. Cette quantité bien insuffisante n'a pu être mise à la portée de tous, car le peu d'altitude de la source n'a pas permis d'amener l'eau dans tous les quartiers de la ville.

Monsieur Montbrun, maire de Pondichéry, estimait dans un rapport qu'un tiers seulement de la population consommait de l'eau de Moutrépaléom, les deux autres tiers avaient recours à l'eau des puits ordinaires et des mares avoisinant les habitations, et buvaient ainsi une eau très impure fortement souillée, ce qui expliquait la fréquence de certaines épidémies à Pondichéry.

En temps ordinaire, l'eau arrive à Pondichéry par simple gravitation; la différence de niveau entre le point de départ et le réservoir du Grand-Bazar est de 3^m888, ce qui ne donne qu'une très faible pente 0,000748 étant donné le parcours de 5.192 mètr (distance du puits au Grand-Bazar).

Pendant l'étiage, c'est-à-dire lorsque le niveau de l'eau dans le puits descend au-dessous de l'orifice de la conduite, on se sert

d'une picotte (1) pour élever l'eau et la jeter dans la conduite; cette opération commence généralement en mai et se termine en septembre.

EAU DES PUIITS ORDINAIRES — EAU DES ÉTANGS
EAU DES PUIITS ARTÉSIENS

Les puits auxquels s'adresse à défaut de fontaines la majeure partie de la population sont en très grand nombre, ils sont alimentés par une nappe d'eau que l'on trouve à une profondeur variant entre 2 et 4 mètres, mais qu'aucune couche d'argile ne sépare de la surface extérieure.

Etant donnée sa situation, la nappe aquifère qui alimente les puits de la ville n'est donc pas protégée contre les infiltrations de la surface; elle se trouve en contact immédiat avec des couches sablonneuses imprégnées de matières organiques de toutes sortes, la plupart de nature excrémentitielle.

Les causes de souillure du sous-sol de Pondichéry sont en effet très nombreuses; les chaussées et la plupart des cours intérieures des maisons, ne sont recouvertes d'aucun revêtement protégeant le sol très perméable contre la pénétration des matières organiques. Les détritux nombreux séjournent sur le sol, ils se mêlent aux résidus liquides et finissent naturellement par imprégner les couches supérieures et par les contaminer plus ou moins profondément.

Les eaux ménagères qui vont se répandre dans la rue ou dans la cour de la maison forment un cloaque croupissant; un monceau d'ordures et de détritux végétaux pourrissant sur les bords, viennent ajouter leurs exhalaisons fétides. Véritable bouillon de

(1) La picotte est un levier dont le point d'appui se trouve entre la puissance et la résistance. Elle est formée d'une pièce de bois légèrement arquée pouvant basculer à droite et à gauche autour de son point d'appui. A l'extrémité de cette pièce de bois est articulé au moyen de liens, un bambou vertical qui supporte à son extrémité inférieure un récipient de 15 à 30 litres de capacité. Un ou deux hommes marchent sur la seconde moitié de la pièce de bois, qu'ils font basculer pour élever le récipient, celui-ci est dirigé par un autre homme placé dans le puits, qui le déverse quand il est arrivé à hauteur voulue.

culture, c'est là que les colonies microbiennes de toutes sortes se développent à l'aise, la température aidant.

Dans les habitations indiennes, pas de latrines ; elles sont en dehors de la maison en plein air, communes à tout le quartier, elles consistent en un terrain vague aux abords d'un étang. Dans la ville, un trou creusé dans le sol du jardin ou dans la cour reçoit les déjections de toutes natures, et qu'un peu de terre mêlée aux cendres du foyer est appelé à combler au fur et mesure.

Les puits perdus, très en honneur, reçoivent en certains endroits toutes les eaux ménagères, qui ne tardent pas à atteindre la couche aquifère entraînant avec elles toutes les souillures dont elles sont abondamment chargées.

Les animaux domestiques, buffles et bœufs attachés à l'intérieur des maisons, augmentent par leurs déjections, qui séjournent toute l'année devant les portes, les causes de souillure déjà si nombreuses.

Il est facile de se rendre compte du résultat d'un pareil état de choses. Ces infiltrations continues de matières organiques en décomposition ont certainement infecté les couches supérieures du sol, celles précisément que la nappe d'eau des puits, dans ses variations périodiques, est appelée tour à tour à humecter et à laisser à sec. Cette eau doit donc inévitablement et à des époques fixées servir de véhicule à de nombreuses épidémies, en particulier à ces épidémies partielles de choléra qui, chaque année, font leur apparition à Pondichéry.

« C'est surtout pendant la mousson de N.-E., dit le D^r Huillet, que le choléra atteint son maximum d'intensité, toutefois on ne peut avancer, comme l'a prétendu le D^r Gravier, qu'elle seule amène l'épidémie, puisque celle-ci sévit aussi à la fin de la mousson de S.-O. Mais il est juste de dire que les mois les plus chargés sont ceux de décembre, janvier et février, qu'ensuite elle va en diminuant en avril, mai, juin et juillet, elle cesse quelquefois complètement ; mais en août et en septembre elle éprouve une assez forte recrudescence, second maximum qui n'est jamais aussi grand que celui de la saison fraîche.

« Pour expliquer sa naissance et son développement, on ne peut donc invoquer ni la direction des vents, ni la fraîcheur, ni la saison sèche. Il ne provient pas exclusivement du delta du Gange comme on l'a écrit partout, sans cela il ne paraîtrait ici que pendant les vents de N.-E., tandis qu'il se montre aussi pendant la mousson de S.-O. »

Il n'est donc pas exagéré de dire que la marche du fléau suit les variations périodiques de la nappe d'eau souterraine. D'avril en juillet, à l'époque où les eaux s'abaissent dans les couches profondes du sol (saison sèche), celles qui sont naturellement les moins touchées par les infiltrations de la surface, l'épidémie disparaît presque complètement.

En août et septembre, quand les pluies de la mousson de S.-O. ont produit une première crue de la nappe et qu'elle se trouve en contact avec la partie du sol laissée à sec depuis quelques mois, le mal fait sa réapparition.

Et enfin, pendant les grandes pluies de la mousson de N.-E., de décembre à février, quand la nappe d'eau atteint son maximum d'élévation et envahit la couche du sol voisin de la surface, nouvelle recrudescence du fléau, qui, à cette époque de l'année, exerce toujours ses plus grands ravages.

L'observation a également permis de remarquer que le nombre de décès cholériques est sensiblement plus élevé dans les quartiers excentriques de la ville et les bourgs de la banlieue, partout où, par suite de l'éloignement des fontaines d'eau de Moutrépaléom, la population est réduite à l'usage exclusif de l'eau des puits.

L'analyse chimique et micrographique de l'eau de différents puits de Pondichéry n'a fait que confirmer les résultats déjà donnés par notre prédécesseur, M. Henry, pharmacien de la Marine, à savoir, que cette eau est dangereuse et nuisible.

Du reste, à quelques exceptions près, l'eau des puits est séléniteuse et saumâtre (l'eau d'un puits situé dans le jardin de la pharmacie nous a donné à l'analyse 3 gr. 45 de chlore par litre).

Cette eau, d'abord limpide et inodore, se décompose rapidement, elle devient opalescente, se couvre de flocons blanchâtres

avec dépôt et dégage une odeur très prononcée. Elle ne peut en aucun cas servir à l'alimentation, à peine peut-elle être employée à quelques usages domestiques ; elle est nuisible aux végétaux à cause de sa trop grande richesse en chlorures.

Quant à l'eau des étangs et des mares dont font usage les habitants de certains quartiers, très mauvaise pendant la saison des pluies, elle devient un véritable bouillon de culture pendant la saison sèche. Etant donnée sa provenance, il est inutile d'insister sur sa non-potabilité; l'odeur et la coloration de l'eau de ces mares suffisent à démontrer combien elle est insalubre ; à maintes reprises, nous y avons rencontré le bacille du choléra pendant l'année 1907.

De toutes les eaux que l'on boit à Pondichéry, l'eau des puits artésiens est seule de bonne qualité, tant au point de vue chimique que bactériologique.

Malheureusement la nappe jaillissante ne se rencontre que dans la partie sud de la ville, et le nombre des puits artésiens étant très limité, quelques habitants seulement ont la bonne fortune de boire une eau pure et inoffensive.

Le débit de ces puits artésiens va sans cesse en diminuant, par suite peut-être de forages trop nombreux faits de façon défectueuse (tôles trop minces qui résistent peu de temps, se fissurent et permettent l'écoulement de la nappe dans les couches supérieures). C'est ainsi que le puits artésien du Jardin Colonial qui, en 1879, lors de son établissement, débitait 550 litres par minute, est aujourd'hui complètement tari.

La nappe artésienne n'étant pas susceptible de fournir à la ville la quantité d'eau nécessaire, il était de toute nécessité de chercher à s'approvisionner ailleurs.

Nouveau projet d'adduction d'eau pour Pondichéry.

De cet exposé rapide, il résulte clairement que l'alimentation en eau potable, des habitants de Pondichéry, était jusqu'à ce

jour des plus défectueuses; la salubrité publique était grandement compromise par les causes de contamination signalées.

Souvent des essais furent tentés pour remédier tant à l'insuffisance de la quantité d'eau fournie, qu'à sa préservation contre toute cause de contamination; les difficultés financières de la colonie n'en avaient pas permis la réalisation.

Tenant compte des conclusions exprimées par plusieurs de nos prédécesseurs, à savoir que toute la nappe de Moutrépaleom n'était pas forcément contaminée, parce que le puits l'était, et si la nappe supérieure donnerait toujours une eau de mauvaise qualité, la deuxième nappe suffisamment isolée de la surface du sol pour être à l'abri des causes précitées de contamination donnerait peut-être des résultats plus satisfaisants, on chercha tout d'abord à isoler l'eau de la deuxième nappe. On s'adressa pour cela au puits, dit puits Montbrun, foré en 1890, à une distance de vingt mètres de l'ancien puits fournissant jusqu'à ce jour l'eau de la ville de Pondichéry, et séparé seulement de l'étang d'Ayecolom par une distance de 15 mètres. Ce puits se trouve situé à 3^m50 à l'est de la route coloniale n° 11 et à 120 mètres environ de la route de Valdaour.

Il est construit en maçonnerie de briques hourdée à la chaux et descendue sans redans, sa profondeur au-dessous du sol est de sept mètres, son diamètre est de trois mètres.

A 3^m 50 du bord de la margelle, c'est-à-dire à 2^m 50 au-dessous du sol, une série de barbacanes mettent en communication avec le puits l'eau drainée par une galerie captante de 60 mètres de longueur dans le sous-sol environnant.

Ce puits ne servant pas à l'alimentation de la ville, ni à celle des habitants de Moutrépaleom (ils tiennent son eau pour suspecte) a été soumis à des travaux d'épuisement qui ont commencé le 31 juillet 1907. Ils ont été effectués à l'aide d'une locomobile actionnant suivant le cas une ou deux pompes centrifuges. Le débit moyen a été de 25 litres à la seconde avec un minimum de 20 litres et un maximum de 40. La conduite d'aspiration a été descendue au fond du puits à une distance de 50 centimètres du sable contenant la nappe aquifère.

Les barbacanes de la première nappe avaient été préalablement bouchées, l'eau recueillie provenait donc vraisemblablement de la deuxième nappe aquifère qui se trouve, ainsi que nous l'avons dit, à sept mètres au-dessous de la surface du sol, et séparée de la première nappe par une couche d'argile d'un mètre d'épaisseur.

Ces deux nappes ont probablement la même origine, ainsi que le montre l'analyse comparative faite par M. Etchégaray, pharmacien de la marine, en 1899.

L'expérience ayant démontré que la nappe était inépuisable et que l'eau captée dans de bonnes conditions serait potable, l'administration locale adopta, toujours en utilisant la nappe souterraine, le projet de captation, de préférence dans les terrains avoisinant l'étang d'Ayecolom, au moyen de trois puits creusés à une distance suffisante de cet étang. Toutes les dispositions furent prises en vue de protéger efficacement l'eau de cette nappe profonde, à savoir :

1° Captation au moyen de puits parfaitement construits;

2° Suppression des rizières environnantes et établissement d'une zone rigoureuse de protection;

3° Comblement des étangs contaminés;

4° Rejet des eaux superficielles en dehors de la prise d'eau.

La quantité d'eau distribuable a été calculée à raison de 50 à 70 litres par habitant et par jour.

Trois puits parfaitement étanches et parfaitement protégés, établis à cent mètres l'un de l'autre, faisant les trois sommets d'un triangle, amènent l'eau de la deuxième nappe dans un réservoir muni d'une conduite d'aspiration.

Une machine élévatoire fait monter l'eau dans un deuxième réservoir, situé à 17 mètres au-dessus de l'étang, sur les hauteurs qui dominent le village de Moutrépaleom à une distance de 400 mètres de l'étang. Ce dernier réservoir, d'une capacité de 2.500 mètres cubes, représentant approximativement la consommation journalière supposée, produirait une charge de 12 à 13 mètres, nécessaire pour assurer le service d'étage à Pondichéry.

Ce réservoir à demi-enterré retiendrait l'eau sous une assez faible épaisseur. Entièrement construit en briques, il est couvert de voûtes supportées par des piliers rectangulaires espacés de deux mètres d'axe en axe. Il est couvert d'une couche de sable pour conserver à l'eau une température uniforme. Un regard placé au centre permet l'accès de l'intérieur.

Une conduite en fonte de 30 centimètres de diamètre et d'une longueur de 5 kilomètres et demi environ amène l'eau à Pondichéry avec une pente de charge de 5^m 200 à 5^m 400 environ. De nombreuses bornes-fontaines établies dans la ville noire et dans la ville blanche permettent à tous les habitants l'usage d'une eau potable en quantité convenable.

Il a été prévu pour assurer la régularité de la distribution un petit réservoir métallique de compensation, qui serait construit à l'extrémité sud de la ville.

DEUXIÈME PARTIE

CHAPITRE PREMIER

Procédés analytiques.

Nous allons développer les procédés que nous avons employés dans nos recherches chimiques et bactériologiques ; nous nous sommes surtout attaché, dans l'analyse, à rechercher et à doser les éléments d'origine biologique et ceux provenant de leur décomposition.

Les prélèvements dans les différents cas ont été faits en immergeant totalement sous le niveau liquide des vases en verre exclusivement destinés à cet usage. Ces vases, d'abord nettoyés à l'acide sulfurique et rincés à l'eau distillée, jusqu'à disparition de toute acidité, étaient au dernier moment lavés à plusieurs reprises avec de l'eau à analyser.

L'oxygène a été dosé par le procédé d'Albert Lévy.

Les matières organiques évaluées en oxygène nécessaire à leur oxydation, et emprunté au permanganate de potasse, ont été dosées en milieu alcalin et en milieu acide, en utilisant des sources de chaleur identiques et en maintenant exactement pendant dix minutes l'ébullition des liquides.

L'ammoniaque libre, séparée par distillation en présence de la magnésie récemment calcinée, a été dosée à l'aide de la solution d'acide sulfurique centinormale.

L'ammoniaque albuminoïde, obtenue par distillation du résidu de l'opération précédente, après transformation des amides en ammoniaque par le permanganate de potasse alcalin, a été dosée par la même solution sulfurique centinormale.

L'acide nitrique a été dosé par le procédé Grandval et Lajoux, à l'aide du réactif sulfo-phénique, par comparaison avec une solution titrée récente d'azotate de potasse.

L'acide nitreux a été recherché par le procédé Tiemann et Preuss, basé sur la coloration brune qui se manifeste lorsque le chlorhydrate de métaphénylène-diamine se trouve en contact de l'acide nitreux ou des nitrites.

Le chlore a été dosé par le procédé volumétrique de Mohr, en présence de chromate de potasse ; le dosage de cet élément très important, en ce que sa présence en quantité notable est l'indice certain d'infiltration provenant des habitations, perdait ici de sa valeur, par suite du voisinage de la mer.

L'acide phosphorique a été recherché sur le résidu de l'évaporation de 500 centimètres cubes d'eau en milieu azotique par addition de molybdate d'ammoniaque.

Le résidu sec a été pris par évaporation de 500 centimètres cubes d'eau filtrée au papier, dans une capsule de platine chauffée au bain-marie. Le résidu a été maintenu à l'étuve à 110° pendant quatre heures et pesé après refroidissement dans un exsiccateur.

Pour avoir la *perte par calcination*, la capsule et le résidu de l'opération précédente ont été chauffés doucement au rouge, jusqu'à production de cendres blanches. Le poids de ces cendres a été pris après refroidissement dans l'exsiccateur.

La différence entre ce poids et celui du résidu sec nous a donné la *perte par calcination*.

La plupart de nos analyses comportent la connaissance de ces seuls résultats, avec la détermination du degré hydrotimétrique total par la méthode de Boutron et Boudet.

Dans l'application des procédés ci-dessus, nous nous sommes conformés aux détails donnés dans l'ouvrage de Ohlmüller (1): *L'oxygène, les matières organiques, l'ammoniaque libre et albuminoïde* ont toujours été dosées dans la journée de la prise d'échantillons.

Quelques analyses plus complètes comprennent le dosage des éléments suivants.

Dosage de l'acide sulfurique et des sulfates. — On réduisait un demi-litre d'eau à environ 200 centimètres cubes, on acidulait à l'acide chlorhydrique pur, puis on versait peu à peu sur le liquide bouillant, un léger excès de chlorure de baryum. L'ébullition était maintenue pendant dix minutes, on jetait sur un filtre, on lavait, séchait et calcinait le précipité. Après avoir ajouté deux ou trois gouttes d'acide sulfurique pur, pour transformer en sulfate le sulfure qui aurait pu se former sous l'influence du charbon du filtre, on chassait l'excès d'acide en calcinant à nouveau et finalement on pesait.

Du poids de sulfate de baryte on déduisait, par le calcul, l'acide sulfurique contenu dans un litre d'eau.

Nous avons dosé la *silice* en évaporant au bain-marie un litre d'eau rendu acide par addition d'acide chlorhydrique pur. Le résidu repris par l'acide chlorhydrique étendu était jeté sur un filtre sans plis et lavé à l'eau distillée, jusqu'à disparition de l'acidité. Le filtre, séché à l'étuve, était calciné dans une capsule de platine et pesé.

Le *fer* et l'*alumine* ont été recherchés dans la liqueur filtrée, débarrassés de la silice en versant de l'ammoniaque pur en léger excès. On faisait bouillir jusqu'à cessation d'odeur ammoniacale; on jetait sur un filtre; le précipité resté sur le filtre était redissous dans l'acide chlorhydrique étendu et précipité de nouveau par l'ammoniaque (pour séparer un peu de chaux entraînée). On chassait l'ammoniaque par ébullition, le précipité de peroxyde de fer et l'alumine était recueilli sur un filtre, lavé à l'eau

(1) OHLMÜLLER. — *Guide pratique pour l'analyse des eaux*. Traduction du D^r Gautier, Baudry Paris.

bouillante jusqu'à ce que l'eau de lavage ne présentât plus la réaction des chlorures, calciné et pesé.

Fer : Après avoir redissous le précipité dans l'acide chlorhydrique fumant on versait la solution dans un ballon de 250 centimètres cubes, on ajoutait un fragment de zinc pur et fermait le ballon avec un bouchon portant un tube effilé, l'hydrogène naissant réduisait le peroxyde à l'état de protoxyde. Après un quart d'heure, on versait la liqueur dans un vase à précipité, on lavait le ballon à l'eau distillée bouillie, et on titrait rapidement à l'aide d'une solution normale-centime de permanganate de potassium en présence de $\text{So}^4 \text{H}^2$; un centimètre cube de cette solution correspondant à 0 gr. 00056 de fer, à 0,00072 d'oxyde ferreux et 0,00080 d'oxyde ferrique.

La chaux a été dosée par volumétrie, procédé de Lévy. On mesurait dans un petit ballon 50 centimètres cubes de l'eau à analyser, on ajoutait deux centimètres cubes d'une solution saturée de chlorhydrate d'ammoniaque et on précipitait par un léger excès d'oxalate d'ammoniaque (la magnésie restant ainsi en solution). Après douze heures de repos, on décantait le liquide sur un petit filtre, on lavait le précipité par décantation avec de l'eau ammoniacale, puis avec de l'eau pure.

On dissolvait le précipité tombé sur le filtre et resté dans le ballon, avec de l'acide azotique au 1/2 et on ajoutait à la solution 100 cc. d'eau distillée. On portait à 60° environ et on versait de la solution de permanganate normale-centime goutte à goutte, jusqu'à coloration rose, un centimètre cube de cette solution correspondant à 0,000,28 de chaux.

La liqueur séparée de la chaux est additionnée d'ammoniaque jusqu'à réaction alcaline, puis on y verse du phosphate de soude en excès, on agite et on laisse reposer 24 heures. Il se forme un précipité de phosphate ammoniaco-magnésien, dont le poids multiplié par 0,360,36 donne la magnésie.

Recherches bactériologiques.

Nos résultats ne sauraient être complets, le matériel dont nous disposions étant des plus restreints. Les numérations étaient faites avant la liquéfaction des plaques; nous avonsensemencé sur gélatine-gélose nutritive peptonisée à la température de 35°-37°; toutes les espèces ne s'accommodent pas de cette température, et toutes ne sont pas aptes à se développer sur ce milieu; également les bactéries anaérobies nous ont totalement échappé.

Nous avons fait des dilutions au 1/100° et au 1/1000° suivant la teneur présumée de l'eau en espèces microbiennes. Notre bouillon nutritif, après avoir été neutralisé, a été alcalinisé par addition de soude normale, ce bouillon a été utilisé pour la préparation de la gélatine-gélose nutritive ainsi que du bouillon peptonisé à 1 %.

Pour la recherche de l'indol, nous nous sommes servi d'une solution de peptone à 3 %. Le *coli-bacille* a été recherché par la méthode préconisée par A. Besson; ce procédé a l'avantage d'éliminer rapidement les saprophytes et de permettre l'ensemencement de notables quantités d'eau. On emploie la solution suivante :

Eau.	1000
Peptone Chapotaut.	30
Chlorure de sodium.	5

Sans alcaniser, on filtre; après stérilisation on répartit en tubes, à raison de dix centimètres cubes par tube, on stérilise; pour l'emploi, chacun des tubes est additionné de 20 gouttes de solution de Gram, on ajoute 10 centimètres cubes de l'eau suspecte.

Les caractères des différentes espèces diagnostiquées sont les suivantes :

Bactérium coli-commune. — Bacille court, trapu, se colore par les colorants usuels, ne prend pas le Gram, produit de

l'ammoniaque en bouillon peptonisé, donne de l'indol en solution de peptone, n'en donne pas en solution de peptone glycinée, ne liquifie pas la gélatine, coagule le lait; cultivé en bouillon arsenical, décompose les carbonates en dégageant de l'acide carbonique.

Bacillus subtilis. — Bâtonnets mobiles se colorant par les couleurs usuelles, ne prend pas le Gram, liquifie la gélatine, produit une pellicule plissée sur gélose, trouble rapidement le bouillon qui devient ensuite très limpide.

Staphylococcus pyogenes aureus. — Coccus sphériques, en amas, prend les colorants usuels, le Gram, coagule le lait, coloration jaune doré des colonies.

Staphylococcus pyogenes albus. — Présente les mêmes caractères que le précédent, coloration différente des colonies.

Sarcina lutea. — Forme caractéristique en paquets carrés ou rectangulaires.

Bacille d'Eberth. — L'isolement du bacille typhique dans les milieux où il se trouve mélangé à de nombreuses espèces microbiennes et particulièrement au *B. coli*, présente de grandes difficultés, le matériel dont nous disposions ne nous a pas permis sa différenciation d'avec le *coli*; en aucun cas, nous n'avons retrouvé les caractères essentiels de ce microbe.

Vibrions. — *Vibrions de Koch*. — Nous avons employé pour leur recherche, le procédé de Metchnikoff; mais outre qu'il est parfois difficile de poser un diagnostic en ce qui concerne le vibron du choléra, il nous a été impossible de faire une identification, toujours très difficile à obtenir, par suite de la variabilité morphologique des vibrions.

Analyses des eaux de différents puits pris dans la ville de Pondichéry.

Pour l'examen des eaux de ces différents puits, prélevées à des époques différentes, situés pour la plupart dans les cours des habitations ou dans les jardins attenants, construits de façon défectueuse et tous plus ou moins souillés de détritits de toutes sortes, nous nous sommes borné à une analyse qualitative.

L'hydrotimétrie totale, seule, a été faite, les matières organiques ont été dosées par le permanganate de potasse, en solution sulfurique, selon la méthode de Pouchet. Les sulfates ont été recherchés par le chlorure de baryum, les chlorures par l'azotate d'argent, les sulfates par le nitro-prussiate de soude, les nitrates par le procédé Grandval et Lajoux, les nitrites par la méthode de Tiemann et Preuss, la chaux par l'oxalate d'ammoniaque en présence de l'ammoniaque et du chlorhydrate d'ammoniaque, la magnésie par le phosphate de soude; dans le liquide filtré de l'opération précédente l'ammoniaque par le réactif de Nessler, après traitement de l'eau par le carbonate de soude et filtration.

Etant donné les résultats obtenus, consignés dans les tableaux ci-après, nous n'avons pas cru devoir continuer l'analyse chimique et il n'a pas été fait d'analyse bactériologique.

Analyses.

Nous allons donner les résultats des analyses que nous avons exécutées sur les eaux utilisées par la population de Pondichéry. Nous avons fait des analyses à peu près complètes de l'eau de la nappe de Moutrépaleom, prise à l'étang du même nom et dans les puits avoisinants; une analyse plus sommaire nous a suffi pour avoir des conclusions certaines, lorsqu'il s'est agi des eaux des puits, de la ville, et des étangs.

ANALYSES CHIMIQUE ET BACTÉRIOLOGIQUE
DE L'EAU DE L'ÉTANG DE MOUTRÉPALÉOM

Echantillons prélevés le 8 juillet 1907 et le 24 janvier 1908

	JUILLET 1907	JANVIER 1908
ANALYSE CHIMIQUE		
Degré hydrotimétrique total	6°	5°8
Matière organique éva- (en solution acide .	1.87	1.60
luée en oxygène absorbé (— alcaline	1.95	1.83
Oxygène dissous	6.90	8.40
Ammoniaque et sels d'ammoniaque.	0.84	0.86
— des albuminoïdes	0.25	0.98
Azotites	0.00	traces
Azotates en acides azotique	9.10	11.20
Acide phosphorique	traces	0.00
Acide sulfurique	35	32
Chlore	58	24.40
Chaux	29	37
Magnésie.	»	«
Alumine et oxyde de fer	traces	traces
Résidu desséché à + 110°.	171	185
Résidu calciné	95	123
Perte au rouge	76	62
ANALYSE BACTÉRIOLOGIQUE (germes aérobies)		
Numération par centimètre cube	50.000	60.000
Date de la liquéfaction.	9 ^e jour	7 ^e jour
Champignons, moisissures	5.000	8.500
Germes divers	45.000	52.500
Coli-bacille	présence	présence
Bacille d'Eberth.	0	0
Vibrion de Koch	0	0
Vibrions	présence	présence

Tous les résultats sont exprimés en milligrammes et rapportés au litre.

ANALYSE CHIMIQUE ET BACTÉRIOLOGIQUE

DE L'EAU DU VIEUX Puits DE MOUTRÉPALÉOM

Echantillons pris à Moutrépaléom le 10 août 1907 et le 8 mars 1908

ANALYSE CHIMIQUE

	AOUT 1907	MARS 1908
Degré hydrotimétrique total	5°4	5°
Matière organique éva- (en solution acide .	1.50	1.80
luée en oxygène absorbé { — alcaline	1.82	1.98
Oxygène dissous.	8.3	7.5
Ammoniaque, sels ammoniacaux	0.7	0.6
— des albuminoïdes	0.25	0.30
Azotites	0.00	0.00
Azotates en acide azotique	12	7
Acide phosphorique	0	0
Acide sulfurique	48	39
Chlore.	42	31
Chaux.	25	18
Magnésie.	1.4	0.8
Silice.	traces	traces
Alumine et oxyde de fer	présence	présence
Résidu desséché à + 110°	105.90	132
Résidu calciné	85	92
Perte au rouge	20.9	40

ANALYSE BACTÉRIOLOGIQUE

(germes aérobies)

Numération par centimètre cube	4.600	5.200
Date de la liquéfaction.	8° jour	7° jour
Champignons, moisissures	300	450
Coli-bacille	présence	présence
Vibrions	présence	présence
Bacille d'Eberth.	0	0

Cette eau était amenée en ville par une conduite et servait à l'alimentation.

ANALYSES DE L'EAU DU VIEUX Puits DE MOUTRÉPALÉOM
FOURNIE PAR LES FONTAINES DE LA VILLE.

*Échantillons prélevés à deux robinets, l'un à la fontaine de la place
du Gouvernement, l'autre à la fontaine de la rue de Villenour*

	SEPTEMBRE 1907 Place du Gouvernement	JANVIER 1908 R. de Villenour
Degré hydrotimétrique total.	Entre 4° et 5°	5°2
Matière organique éva- (en solution acide .	1.9	2.37
luée en oxygène absorbé (— alcaline	2.	2.50
Oxygène dissous.	9.60	8.70
Ammoniaque sels d'ammoniaque	0.75	0.98
— des albuminoïdes	0.60	0.52
Azotites et acide nitreux Az ² O ³	traces légères	0.00
Azotates en acide nitrique.	9.10	8.90
Acide phosphorique	0	0
Acide sulfurique	27	17
Chlore	27.80	28
Chaux.	20	17.6
Magnésie.	traces	traces
Silice	traces	traces
Alumine et oxyde de fer	1.6	2.1
Résidu desséché à + 110°	108	121
— calciné	71	62
Perte au rouge	37	59
ANALYSE BACTÉRIOLOGIQUE		
germes aérobies		
Numération par cent. cube	12.000	15.000
Date de la liquéfaction.	10 ^e jour.	8 ^e jour.
Champignons moisissures.	2.300	3 600
Coli-bacille	présence	présence
Bacille du choléra	0	0
Bacille d'Eberth.	0	0
Vibrions	présence	présence

ANALYSE CHIMIQUE DE L'EAU D'UN PUIT
SITUÉ AU BAS DU COTEAU DE MOUTRÉPALÉOM

Échantillon prélevé le 9 juin 1908.

Eau trouble, odeur sulfureuse	
Matières en suspension	3.8
Matière organique en acide oxalique.	32.
Chaux	14.
Magnésie	1.3
Silice	17.6
Oxyde de fer et d'aluminium	0.6
Acide sulfurique	17.15
Chlore	21.50
Acide phosphorique.	présence
Hydrogène sulfuré	présence
Oxygène dissous.	3.

Cette eau provient d'un puits situé au bas du coteau dans le village de Moutrépaléom.

ANALYSE QUALITATIVE DES EAUX DES DIFFÉRENTS PUIXS PRISES DANS LA VILLE DE PONDICHÉRY

	QUARTIER DE LA GARE		CENTRE DE LA VILLE				CENTRE	
	Puits n° 1	Puits n° 2	Puits n° 1	Puits n° 2	Puits n° 3	Puits n° 4		
Date de la prise d'échantillon.	26 août 1908	26 août 1908	27 avril 1908	27 août 1908	27 août 1908	27 août 1908		
Aspect de l'eau.	légèrem. trouble	limpide	opalescent, léger dépôt désagréable	dépôt p. abond. sulfureuse	trouble	trouble		
Odeur	nulle	nulle			nulle	légère, sulfur.		
Traitée par le chlorure de baryum	louche	légèrem. louche	louche	précipité	légèr précipité	louche		
Traitée par l'azotate d'argent.	précipité	précipité	précipité	id.	louche	précipité		
Traitée par l'oxalate d'ammoniaque	id.	id.	id.	id.	légèr précipité	id.		
Traitée par le phosphate de soude.	légèr précipité	légèr précipité	id.	légèr précipité	précipité	louche		
Traitée par le nitro-prussiate de soude.	pas de colorat.	pas de colorat.	colorat. légèr	colorat. violette	pas de colorat.	colorat. violette		
Traité par le réactif de Nessler.	coloration	coloration	coloration	pas de colorat.	coloration	peu sensible		
Traitée par le Grandval et Lajoux.	colorat. légèr	id.	id.	coloration	pas de colorat.	pas de colorat.		
Traité par le Tiemann et Preuss.	id.	pas de colorat.	id.	coloration	pas de colorat.	pas de colorat.		
Degré hydrotimétrique	8°	10°	11°2	13°	8°	id.		
Matière organique en oxygène emprunté au permanganate.	2 mmg 425	4 mmg 625	5 mmg. 025	8 mmg. 5	8 mmg. 15	42 mmg 35		

ANALYSE QUALITATIVE DES EAUX DE DIFFÉRENTS Puits PRISES DANS LA VILLE DE PONDICHÉRY

	CENTRE DE LA VILLE		QUARTIER NORD		QUARTIER SUD	
	Puits n° 5	Puits n° 6	Puits n° 1	Puits n° 2	Puits n° 1	Puits n° 2
Date de la prise d'échantillon.	28 août 1908	28 août 1908	29 août 1908	29 août 1908	29 août 1908	29 août 1908
Aspect de l'eau	limpide	Trouble, dépôt léger	assez limpide	léger dépôt	limpide	limpide
Odeur	nulle	nulle	nulle	sensible	nulle	nulle
Traitée par le chlorure de baryum	léger précipité	lég. précipité	précipité	précipité	trouble	précipité
Traitée par l'azotate d'argent.	précipité	précipité fort	précipité fort	précipité	précipité	précipité
Traitée par l'oxalate d'ammoniaque	id	léger précipité	léger précipité	trouble	trouble	léger précipité
Traitée par le phosphate de soude.	id.	louche	léger précipité	précipité	léger précipité	id.
Traitée par le nitro-prussiate de soude	pas de colorat.	pas de colorat.	pas de colorat.	légère colorat.	pas de colorat.	pas de colorat.
Traitée par le réactif de Nessler.	coloration	pas de colorat.	légère colorat.	coloration	id.	id.
Traitée par le Grandval et Lajoux.	pas de colorat.	légère coloration	pas de colorat.	id.	id.	id.
Traité par le Teimann et Preuss.	id.	pas de colorat.	id	id.	id.	id.
Degré hydrotimétrique . .	45°	11° 2	8° 5	9°	15°	44°
Matière organique en oxygène emprunté au permanganate.	6 mmg. 82	6 mmg. 675	9 mmg.	11 mmg.	5 mmg. 3	5 mmg. 75
		Eaux saumâtres assez éloignées de la mer				

ANALYSES DE L'EAU DE DEUX Puits ARTÉSIENS DU JARDIN COLONIAL

1° centre du jardin ; 2° près la route à Villenour.

ANALYSE CHIMIQUE	AOÛT-SEPTEMBRE 1908	
	CENTRE DU JARDIN	ROUTE DE VILLENOUR
Degré hydrotimétrique total	12°4	14.5
— — permanent	3°5	
Matière organique en { en solution acide	1.3	1.60
oxygène absorbé { — alcaline	1.7	1.80
Oxygène dissous	7.78	6.20
Ammoniaque et sels d'ammoniaque.	0.66	0.86
— des albuminoïdes	traces	0.01
Azotites	Néant	Néant
Azotates	5.50	5.
Acide sulfurique	13.6	16.8
Acide phosphorique.	Néant	Néant
Chlore	12.10	16.80
Chaux	62.80	75.7
Magnésie.	41.9	14.
Silice	25.6	1.
Alumine et oxyde de fer	12.4	12.8
Résidu sec à + 110°.	409.	348.
— calciné	212.	292.
Perte au rouge	197.	56.
ANALYSE BACTÉRIOLOGIQUE		
(germes aérobies)		
Numération par cent. cube.	800	950
Date de la liquéfaction	9° jour	11° jour
Champignons, moisissures	50	80
Coli-bacille	0	0
Vibron du choléra.	0	0
Bacille d'Eberth.	0	0

ANALYSE CHIMIQUE DU NOUVEAU Puits DE MOUTRÉPALÉOM,
DIT Puits MONTRUN

Échantillons prélevés avant les travaux pour le projet d'adduction d'eau,

(12 Juin 1907)

Degré hydrotimétrique total	4° 3/4
Matière organique éva- (en solution acide .	4.7
luée en oxygène absorbé (— alcaline	3.2
Oxygène dissous	6.6
Ammoniaque sels d'ammoniaque	0.85
— des albuminoïdes	1.40
Azotites	Néant
Azotates en acide azotique	7.
Acide phosphorique	traces
Acide sulfurique	24.01
Chlore	27.60
Chaux	17.6
Magnésie	1.4
Silice	8.2
Alumine et oxyde de fer	1.6
Résidu desséché à + 110°	130
— calciné	52
Perte au rouge	78

N. B. — L'eau de ce puits ne servait pas à l'alimentation, les habitants tenant son eau pour suspecte.

**Analyses se rapportant au nouveau projet
d'adduction d'eau.**

ANALYSE DU PUITZ MONTBRUN

APRÈS LES TRAVAUX PERMETTANT L'ISOLEMENT DE LA DEUXIÈME NAPPE

Échantillon prélevé le 8 Août 1909, après les travaux d'épuisement.

ANALYSE CHIMIQUE

Degré hydrotimétrique total	5°.2
Matière organique en { en solution acide . .	1.4
{ — alcaline . .	0.94
Oxygène dissous	7.96
Ammoniaque salin et sels	0.60
Ammoniaque des albuminoïdes	0.106
Azotites	0
Azotates	14.04
Acide sulfurique	20.6
Acide phosphorique	0
Chlore	35.1
Chaux	20.8
Magnésie	1.4
Silice	8.2
Alumin. et oxyde de fer	1.6
Résidu sec à + 110°.	101.9
Résidu sec calciné	56.9
Perte au rouge	45

ANALYSE BACTÉRIOLOGIQUE

(germes aérobies)

Numération par cent. cube	3.600
Date de la liquéfaction	8° jour
Champignons, moisissures	2.50
Coli-bacille	présence
Bacille du choléra	néant
Bacille d'Eberth	néant
Vibrions	néant

ANALYSE CHIMIQUE DE L'EAU SERVANT ACTUELLEMENT
A L'ALIMENTATION DE LA VILLE DE PONDICHÉRY

*Echantillon prélevé à la fontaine de la place du Gouvernement
le 15 Mars 1910, quinze jours après l'inauguration de la conduite d'eau.*

Degré hydrotimétrique total	5° 4
Matière organique évaluée { en solution acide.	1.87
{ — alcaline	1.30
Oxygène dissous	8.70
Ammoniaque et sels d'ammoniaque	0.98
— des albuminoïdes	0.25
Azotites	néant
Azotates	5.26
Acide phosphorique	0
Chlore	24.40
Résidu sec à + 110°	130
— calciné	44
Perte au rouge	86

Analyse effectuée vingt jours avant notre départ de la colonie.

CONCLUSIONS

L'alimentation en eau potable faisait totalement défaut à Pondichéry, le projet d'adduction exécuté apportera une amélioration sensible. Les dernières analyses montrent la pureté de l'eau au point de vue chimique, et il est permis de penser que les dispositions prises, en vue de protéger efficacement l'eau captée, amèneront le même résultat, au point de vue biologique.

TROISIEME PARTIE

CHAPITRE PREMIER

L'eau à Chandernagor.

Conditions actuelles

L'eau nécessaire à l'alimentation des habitants de Chandernagor est, pour la moyenne partie, puisée dans l'Hoogly (branche importante du Gange), et dans des réservoirs à ciel ouvert ou des puits de faible profondeur.

L'eau est recueillie à l'aide de seaux, le long des rives couvertes de vases mouvantes, elle est chargée de matières solides que l'on précipite en y ajoutant quelques grammes d'alun en poudre. Tous les habitants ne peuvent employer ce procédé, car la dépense qu'il occasionne (0 fr. 20 pour 250 litres d'eau), est trop lourde pour les indigènes, dont le salaire est excessivement modeste.

Les eaux des mares et des nappes souterraines ne peuvent être utilisées pour la consommation, à cause de leur mauvaise qualité. Elles se chargent des impuretés et résidus de toutes sortes, déposés à la surface ou enfouis dans l'intérieur du sol, qui est très perméable; car les habitants ignorent, tout comme dans le sud, les premières notions d'hygiène.

Le sol de Chandernagor est constitué par des atterrissements alluvionnaires, lentement accumulés à la suite des crues du fleu-

ve. Au-dessous existe une couche d'argile, plus ou moins compacte, contenant du sable et des traces d'oxyde de fer. Plus profondément on rencontre, par ordre de superposition, du sable, une nappe d'eau, un agglomérat de grains siliceux et de gypse.

Sans contredit, les plus souillées de toutes les eaux, sont celles des mares. Les mares ou tanks, que l'on rencontre dans tout le Bengale, dans la région de Calcutta en particulier, sont bien connues, comme une des causes de dissémination du choléra. Ces mares sont formées généralement par l'accumulation des eaux de pluie, dans les excavations produites par l'enlèvement des terres nécessaires à la construction des huttes des indigènes. Leur eau, qui sert d'eau de boisson aux populations, reçoit tous les égouts, toutes les immondices, toutes les matières usées des huttes; c'est pourtant là que viennent s'alimenter les malheureux indigènes. Cependant l'odeur et la coloration de l'eau de ces mares suffisent à montrer combien elles sont insalubres; aussi n'est-il pas étonnant qu'on y trouve si fréquemment le bacille du choléra (1).

Dans ces conditions, l'utilité d'une distribution d'eau était de toute première nécessité. On s'est alors demandé s'il ne serait pas possible, après entente avec le gouvernement anglais, d'adopter pour l'usage de Chandernagor, un branchement sur la conduite d'eau servant à l'alimentation de la ville de Calcutta. L'eau amenée dans cette ville provient de sources, est claire, limpide et excellente à la consommation; malheureusement on s'est heurté tout d'abord à une série de constatations qui en firent bientôt voir l'impossibilité.

La localité où se fait la captation de l'eau pour Calcutta est située en contre-bas de la ville de Chandernagor, et sur l'autre rive de l'Hoogly, d'où nécessité de construire une usine élévatrice et un aqueduc, ou un pont sur la rivière; de plus, le volume de l'eau débitée était nécessaire à la consommation des habitants de Calcutta.

(1) KERMORGANT. — *Hygiène coloniale*.

L'eau de la nappe souterraine étant impropre à tous les usages, on songea à capter l'eau dans le lit même de l'Hoogly, en amont de la ville, et à une profondeur d'un mètre au-dessous des plus basses eaux. Cette eau serait décantée et filtrée avant d'être livrée à la consommation.

Ce projet a été vivement critiqué, en raison de l'insalubrité légendaire des eaux du Gange, que les littérateurs, peut-être plus encore que les adorateurs du fleuve sacré, se sont plu à parsemer de cadavres. L'eau de l'Hoogly ne peut plus être considérée comme aussi dangereuse depuis que les Anglais ont édicté des mesures et des peines très sévères contre les Hindous, qui jetaient des cadavres dans le fleuve sacré. L'énorme volume d'eau débité par le plus grand fleuve de l'Inde, diminuerait également les causes de souillure. Le soleil, dont la force dans l'Inde est si grande, est également un agent d'épuration, sa lumière, combinée avec l'aération, produit non seulement une oxydation des matières organiques, mais aussi la destruction de certains microbes pathogènes, et produit une stérilisation de l'eau, à condition qu'elle ne soit pas stagnante.

L'administration, après examen, adopta donc le projet de captation de l'eau de l'Hoogly.

CHAPITRE II

Projet d'adduction et de distribution de l'eau.

L'eau de l'Hoogly ne peut malgré tout servir à l'alimentation de la ville de Chandernagor sans qu'on lui ait fait subir un traitement préalable; l'argile, extrêmement ténue, qu'elle tient en suspension la rend très difficile à filtrer; les filtres à sable, auxquels on avait songé, ne sembleraient pas devoir donner un résultat satisfaisant, même avec une vitesse très faible.

Pour être convenablement filtrée à travers du sable, cette eau a besoin d'un traitement chimique préalable, ayant pour but de réunir les particules fines d'argile en gros flocons, dont la plus grande partie se déposerait dans des bassins de décantation, et dont le reste formerait une couche filtrante excellente, à la surface du sable du filtre.

L'expérience a démontré que le traitement chimique de l'eau, avant la filtration, offrait des avantages énormes et permettait de filtrer l'eau à travers du sable, avec une vitesse beaucoup plus grande qu'on ne le croyait possible aujourd'hui (100 mm par heure, vitesse adoptée sur l'autorité de Piefke); c'est du reste la méthode suivie par les Anglais pour la filtration de l'eau de l'Hoogly, à une distance peu éloignée de Chandernagor.

Filtres rapides américains

Les ingénieurs américains ont mis à profit les grands avantages de la coagulation préalable de l'eau, en construisant un

type de filtre à sable, qui permet de filtrer l'eau à une vitesse 40 à 50 fois plus grande que celle reconnue encore admissible pour les anciens filtres à sable. Au lieu de filtrer l'eau à une vitesse de 100 mm par heure, ils emploient des vitesses de 4.000 mm et au-delà, et ils prétendent que les résultats obtenus avec cette vitesse énorme sont aussi bons, sinon meilleurs, au point de vue de la clarification et de l'épuration biologique de l'eau, que ceux obtenus par les anciens filtres de sable.

Il y a plusieurs types de ces filtres « mécaniques », comme on les appelle en Amérique, mais le principe de leur action est toujours le même. Ce sont des filtres de sable qui, à cause de leur surface relativement restreinte, sont établis dans des bassins en tôle ou en bois, et qui sont munis d'appareils mécaniques pour effectuer le nettoyage qui, à cause de la grande quantité d'eau filtrée à travers le sable, doit être fait une ou deux fois par jour.

Le système de filtration mécanique s'est introduit très rapidement en Amérique; une installation faite à Little-Falls, près de New-York, fournit 120.000 mètres cubes par jour.

Beaucoup de savants américains ont examiné l'action de ces filtres, au point de vue bactériologique, et ont tous donné des rapports très favorables, les ingénieurs de leur côté font valoir que les frais d'installation sont considérablement plus bas que ceux des filtres de sable de l'ancien système.

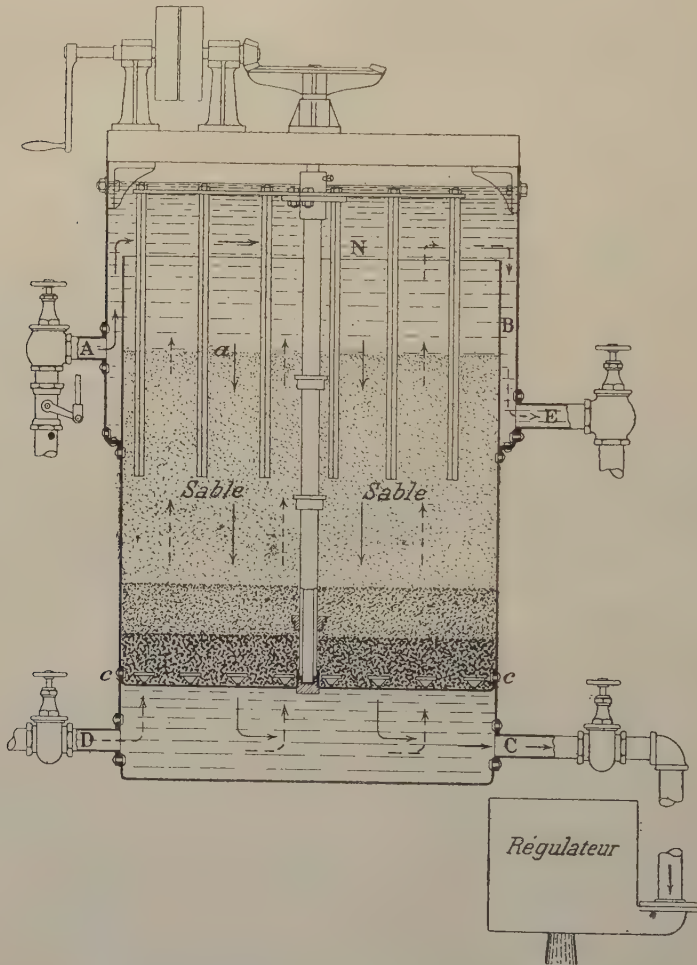
La « Jewell-Export Filter Company », de New-York, qui fabrique des filtres « mécaniques », ayant offert au gouvernement français de l'Inde d'ériger sur la rive de l'Hoogly une usine de filtrage, système américain, son offre, après examen par une commission, fut acceptée.

Nous avons vu fonctionner à l'agence de Calcutta plusieurs de ces filtres. Leur construction est bien simple.

Filtre « Jewel »

Il consiste d'abord en un cylindre en tôle d'environ un mètre de diamètre. Dans ce cylindre se trouve une couche de sable fin de 70 centimètres de hauteur, qui est supportée d'abord par une

couche de sable plus gros et ensuite par de minces couches de gravier de plus en plus gros, le tout reposant sur une plaque de tôle perforée (c). Sur le premier tiers, le cylindre du filtre est



entouré d'un autre qui est un peu plus haut et qui laisse entre lui et la paroi extérieure du filtre, un espace annulaire d'environ 8 centimètres de diamètre. Cet espace annulaire B permet d'a-

mener l'eau décantée au filtre d'une façon telle, qu'une lésion de la couche filtrante (a) ne peut avoir lieu. L'eau entre par le tuyau (A) dans l'espace annulaire (B), déborde ensuite sur les parois du cylindre intérieur, sur toute la circonférence du filtre, et comme le cylindre extérieur est toujours rempli d'eau, même au commencement d'une période filtrante, il n'y a pas la moindre agitation de l'eau reposant sur la couche filtrante.

L'eau filtrée sort par le tuyau (C) qui, à une certaine distance au-dessous du filtre, est muni d'un appareil régulateur, qui tient la quantité d'eau filtrée absolument constante, et qui règle en même temps automatiquement la pression sous laquelle le filtre travaille.

Si la couche filtrante est trop encrassée, ce qui s'accuse par le fait que l'indicateur de la pression est arrivé à son plus haut point, le filtre doit être nettoyé.

Ce nettoyage se fait très rapidement. Le tuyau A amenant l'eau décantée, ainsi que la sortie de l'eau filtrée C, sont fermés. Le robinet du tuyau E est ouvert, ce qui fait descendre l'eau dans le cylindre intérieur jusqu'au niveau N et l'espace annulaire B est vide. On ouvre alors le robinet du tuyau D, qui amène d'un réservoir de l'eau filtrée sous pression. Cette eau, distribuée d'une façon égale sur toute l'étendue du fond, monte dans le sable dans la direction des flèches pointillées. Elle arrive jusqu'à la couche filtrante, qui est rompue par sa pression et déborde dans l'espace annulaire B d'où elle sort par le tuyau E.

En même temps on met en rotation un système de bâtons en fer, en forme de peigne, et qui descendent à une profondeur de 60 centimètres dans le sable. La couche de sable, et surtout la surface embourbée sont, par ce mouvement, agitées d'une façon très efficace, et l'eau ascendante peut enlever toute la boue attachée aux grains de sable. Comme cette boue est beaucoup plus légère, elle est emportée par l'eau ascendante sous pression et déborde avec elle, dans l'espace annulaire B, d'où elle est charriée par le tuyau E.

Le lavage dure quelques minutes, on se rend compte qu'il est terminé par le fait que l'eau débordant dans l'espace annulaire,

très boueuse au commencement, n'est que légèrement trouble.

A ce moment l'appareil rotatoire est arrêté et les robinets D et E sont fermés. On ouvre alors le robinet A, et quand l'eau décantée a atteint sur le filtre son niveau normal, le robinet C est également ouvert et la filtration recommence.

Toute l'opération du lavage ne prend que 5 à 6 minutes seulement. L'eau sortant du filtre après le lavage est nécessairement un peu trouble, après 20 à 25 minutes l'eau est redevenue tout à fait claire, même examinée à travers des couches de 60 à 70 centimètres de hauteur.

D'après les documents qui nous ont été fournis par la Jewel-Export Company, le filtre retient très bien les bactéries, quand la couche filtrante est bien formée, et la formation d'une nouvelle couche filtrante après lavage se fait très vite.

Les expériences faites à Alexandrie, vers 1903, sur les eaux du Nil, par le Docteur H. Bitter, ont montré qu'après lavage, l'eau était redevenue tout à fait claire, après 30 minutes; dans le même laps de temps, la faculté du filtre de retenir les bactéries était redevenue presque normale.

Le nombre de bactéries contenues dans l'eau décantée était réduit dans la proportion de 1 : 2.000 jusqu'à 1 : 20.000 et plus; à partir de la première heure une réduction de 1 : 10.000 était ordinairement atteinte. Pour connaître la réduction du filtre le Docteur Bitter employa le *B. prodigiosus*, une culture abondante de ce microbe était directement versée sur le filtre.

La réduction obtenue serait supérieure à celle que l'on obtient habituellement par l'emploi des filtres de sable ordinaire; sur l'autorité de Koch, depuis 1893, nous sommes habitués à exiger d'un bon filtre de sable que le nombre des germes vivants, présents dans l'eau filtrée, ne dépasse pas 100 par centimètre cube, quel que soit le nombre des microbes dans l'eau brute. Les expériences de Piefke ont démontré que des filtres de sable, bien construits et bien aménagés, peuvent généralement faire face à cette demande, mais que d'un autre côté il reste incertain, combien de germes trouvés dans l'eau filtrée ont traversé directement la couche filtrante, et combien doivent leur origine aux

germes arrachés aux grains de sable du filtre par l'eau traversant les couches filtrantes. Frankel et Piefke en 1890 et plus tard Piefke seul ont essayé de résoudre cette question, en ajoutant à l'eau brute, avant la filtration, des germes spécifiques ne se trouvant pas habituellement dans l'eau et pouvant être facilement reconnus dans les cultures par leurs caractères spéciaux.

Il résulte de ces expériences que les filtres de sable ne sont pas des appareils qui retiennent tous les microbes, mais qu'ils en réduisent le nombre. Les chiffres trouvés par Frankel et Piefke pour des filtres de sable, conduits avec toutes les précautions possibles à une vitesse de 100 millimètres par heure, étaient d'environ 1 : 700 (Frankel et Piefke), et au maximum dans les meilleures conditions possibles (expériences ultérieures de Piefke, en 1894) de 1 : 3.000.

Avec des vitesses supérieures à 100 mm, les résultats devenaient moins favorables, avec des vitesses inférieures les résultats étaient meilleurs, sans que du reste une réduction totale pût être obtenue. Les résultats de ces expériences amenèrent Piefke à la conclusion qu'il n'était pas permis de dépasser considérablement, pour les filtres de sable, une vitesse de 100 mm par heure.

Si l'on s'en rapporte aux chiffres fournis par le Docteur H. Bitter, avec une vitesse de 4.000 à 5.000 mm, la réduction obtenue avec le « Jewel Filter » serait encore de beaucoup supérieure à celle donnée par les filtres de sable de l'ancien système.

L'eau filtrée remplirait donc toutes les conditions qu'on peut demander pour une eau filtrée d'une manière irréprochable à travers les filtres de l'ancien système, la rétention des bactéries contenues dans l'eau brute serait de beaucoup supérieure.

Les bactéries pathogènes sont aussi bien retenues par le filtre américain que par les filtres à sable de l'ancien système. En prenant la précaution de ne pas employer l'eau filtrée pendant 30 minutes après le lavage, l'eau fournie par le « Jewel Filter » peut être considérée comme n'offrant aucun danger au point de vue de l'hygiène; si l'on veut agir avec toute rigueur pendant une épidémie, on peut sacrifier l'eau filtrée de la première heure après le lavage.

Au point de vue de l'épuration bactériologique de l'eau, le filtre américain donne toutes les garanties.

Le régulateur permet en outre le réglage de la vitesse et de la pression; pendant toute la période de la filtration la quantité d'eau filtrée est absolument constante et on peut à volonté augmenter ou diminuer le débit du filtre.

Au point de vue technique, le nettoyage se fait avec autant d'efficacité que de facilité, le sable pourrait durer indéfiniment, tout au plus aurait-on à remplacer de temps à autre les pertes inévitables pendant les lavages.

La boue ne pénètre pas à plus de 0 m. 05 dans le sable; avant le nettoyage à 0 m. 10 de profondeur le sable est tout à fait blanc.

Un autre fait extrêmement important surtout dans l'Inde, la Compagnie fait l'installation de telle manière que tout le contrôle des filtres, le lavage, la réouverture des filtres sont faits à l'aide d'appareils automatiques par une seule personne qui se trouve dans une salle placée au-dessus des filtres; on n'a donc pas à donner accès aux filtres à des ouvriers.

Sédimentation préalable de l'eau brute

Parmi tous les agents chimiques proposés pour cet usage, alun, sulfate de fer, permanganate de potasse, etc., nous avons conseillé l'emploi du sulfate d'alumine qui serait ajouté à l'eau brute au fur et à mesure qu'elle entre dans le premier bassin de décantation.

Le sulfate d'alumine est décomposé par le bicarbonate de chaux qui est contenu dans l'eau, il se forme de l'hydrate d'alumine qui est insoluble dans l'eau et de l'acide sulfurique.

L'hydrate d'alumine forme de gros flocons qui englobent toute l'argile et l'entraînent en grande partie sur le fond des bassins de décantation. Le reste de ces flocons et le peu d'argile qu'ils contiennent encore forment sur le filtre cette couche filtrante bien apte à retenir les éléments corpusculaires les plus fins.

L'acide sulfurique rendu libre se combine avec la chaux contenue dans l'eau et forme du sulfate de chaux. Le seul effet chi-

mique que le sulfate d'alumine ait sur l'eau filtrée est celui d'augmenter de très peu la dureté de l'eau, il n'ajoute à l'eau aucune substance nuisible à la santé et il n'altère en aucune façon le goût de l'eau.

Les quantités à employer dans le cas particulier resteraient à déterminer par l'expérience, car l'action clarifiante du sulfate d'alumine dépend à la fois de la quantité ajoutée à l'eau et du temps qu'on lui laisse pour son action. Ces expériences ne pourront être faites qu'autant que les bassins de décantation complètement achevés permettront de se livrer à des essais; dans tous les cas le sulfate employé doit être suffisamment riche en alumine soluble, un excès d'acide sulfurique sera toujours évité avec soin.

CHAPITRE III

Résultats des analyses.

En employant toujours les mêmes procédés, nous avons effectué des analyses de l'eau de l'Hougly. Les échantillons ont été prélevés le 5 septembre 1907 selon les règles observées en pareil cas, le prélèvement a été fait à environ cinquante mètres de la rive, à quelques centimètres de profondeur, dans la masse liquide le col du vase dirigé en amont de la rivière, c'est-à-dire en sens inverse du courant. La température de l'eau notée à ce moment était de 33°2, celle de l'air 35°6.

L'eau de l'Hougly est trouble, de couleur blanc-grisâtre sale, elle tient en suspension une grande quantité de matière minérales et débris organiques de toutes sortes; de l'argile en suspension très ténue y est prédominante comme quantité; dans nos analyses nous avons trouvé un gramme, cent-vingt-cinq centigrammes par litre de matières en suspension; ce chiffre est encore de beaucoup supérieur pendant la saison des pluies.

Cette argile rend la filtration longue et difficile, après plusieurs filtrations au papier Berzélius, l'eau conserve une légère opalescence, elle devient claire et limpide par le repos.

L'hôpital de Chandernagor ne possédant pas de laboratoire, les échantillons prélevés ont été transportés à Pondichéry et analysés immédiatement après l'arrivée. L'eau destinée au dosage de la matière organique a été recueillie dans un flacon spécial bouché à l'émeri, lavé à l'acide sulfurique, puis avec

une solution de permanganate de potasse, enfin rincé à l'eau distillée bouillante.

Des essais quantitatifs tentés sur place nous avaient montré la richesse bactérienne de cette eau. Ces essais faits dans de mauvaises conditions faute de matériel ne pouvaient cependant laisser subsister aucun doute à ce sujet.

Le 10 septembre 1907, 150 centimètres cubes d'eau prélevés dans une ampoule stérilisée avaient servi après dilution à l'ensemencement de dix tubes agar gélatine qui ont été abandonnés faute d'étuve à la température ambiante variant entre 32° et 35°. Dès la huitième-douzième heure, les cultures étaient abondantes; au bout du troisième jour, les tubes dégageaient une odeur putride, et toute la masse était envahie par des colonies nombreuses, confluentes, s'élevant sur les parois du tube, au-dessus du milieu de culture.

Pour l'analyse, nous avons prélevé la veille de notre départ dans deux ampoules stériles, immergées à quelques centimètres dans le liquide, la quantité d'eau nécessaire.

Cette eau devant subir pendant plusieurs jours un transport à une température élevée, capable de faire varier les qualités qu'elle possédait au moment de la prise, les échantillons ont été immédiatement introduits dans une glacière à triple enveloppe où la température ne dépassait pas 5° au-dessus de zéro. Pendant le trajet en mer de Calcutta à Pondichéry à bord du « Dupleix », la caisse contenant les échantillons a toujours été enfermée dans la glacière du bateau. Néanmoins, d'après Miquel, le froid même à 0° exerce un pouvoir anesthésiant absolument insuffisant sur les bactéries contenues dans certaines eaux fortement chargées de substances organiques pouvant servir de milieu de culture; les eaux de l'Hougly remplissaient bien ces conditions, les résultats trouvés sont donc exprimés sous cette réserve.

Nous ne donnons que les résultats de l'analyse de l'eau de l'Hougly, les travaux d'adduction et l'installation de l'usine filtrante encore en pleine voie d'exécution ne seront probablement pas achevés avant l'année 1911.

ANALYSE DE L'EAU DE L'HOOGLY (UN DES BRAS DU GANGE)

*Echantillons prélevés le 10 septembre à Chandernagor
et analysés le 23 septembre à Pondichéry.*

ANALYSE CHIMIQUE

Degré hydrotimétrique total	6°-6° 5
— — permanent	3° 4
Matière organique éva- { en solution acide .	15.4
luée en oxygène absorbé { — alcaline. .	13.6
Oligène dissous	11.889
Ammoniaque et sels d'ammoniaque	0.41
— des albuminoïdes	8.35
Azotites	0
Azotates	présence
Acide phosphorique.	0
Acide sulfurique	13.4
Chlore	36.8
Chaux	36.7
Magnésie	traces
Silice	14.2
Alumine et oxyde de fer	présence
Poids des matières en suspension.	1 gr. 125
Résidu sec 0 + 110°.	210
Perte au rouge	33.5

ANALYSE BACTERIOLOGIQUE

(germes aérobies)

Numération par cent. cube.	10.200
Date de la liquéfaction	7 ^e jour
Champignons, moisissures.	460
Streptocoques, Staphylocoques	présence
Coli-Bacille	présence
Bacille typhique	0
Vibrions	présence
Bacille du choléra	0

ANALYSE CHIMIQUE D'UNE EAU DE CHANDERNAGOR
PROVENANT DUN FORAGE

Echantillon prélevé par le service de travaux publics et envoyé à Pondichéry.

		(25 janvier 1908)
Degré hydrotimétrique total		22° 5
— — permanent		13°
Matière organique évaluée en) acide		11.3
Oxygène absorbé en solution) alcaline.		11.8
Oxygène dissous.		5.20
Ammoniaque libre et combinée.		2.15
— — des albuminoïdes		0.83
Nitrites.		0
Nitrates		traces
Acide phosphorique		0
Chlore.		130.
Résidu desséché à + 110.		447.
Résidu calciné		280.
Perte au rouge		167.
Sulfures		Présence

Cette eau d'un aspect trouble dégageait nettement une odeur sulfureuse.

On avait songé à utiliser l'eau pouvant exister dans le sous-sol de Chandernagor, pour éviter la filtration toujours très onéreuse, mais à la suite des résultats fournis par l'analyse on revint immédiatement au projet de captation de l'eau de l'Hougly.

CONCLUSIONS

Les analyses des eaux actuellement en usage à Chandernagor et les causes d'insalubrité signalées montrent combien il était urgent de remédier à un pareil état de choses présentant les plus grands dangers pour la santé publique.

L'installation projetée, en pleine voie d'exécution, permettra de fournir à la population en quantité suffisante, une eau saine et présentant toutes les garanties au point de vue de l'hygiène.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

En résumé, les deux villes de Pondichéry et de Chandernagor qui jusqu'à ce jour se trouvaient dans les plus mauvaises conditions au point de vue de l'alimentation en eau potable vont avoir en abondance une eau saine et pure.

De l'inspection des résultats donnés par les analyses que nous avons effectuées, nous remarquons la grande quantité de matières organiques contenues dans la plupart des eaux analysées, ce qui n'a rien de surprenant étant données les conditions indiquées dans lesquelles se trouvent les eaux examinées. Les dosages en liqueur alcaline ont constamment donné des chiffres supérieurs à leur correspondant en liqueur acide, sauf pour l'eau provenant du puits Montbrun après les travaux d'épuisement qui avaient en quelque sorte pratiqué un nettoyage du puits par nouvel appel de l'eau, avant le prélèvement.

Les chiffres trouvés en ce qui concerne l'eau servant à l'alimentation de Pondichéry montrent l'amélioration obtenue et permettent de classer cette eau dans la catégorie des eaux potables à ce point de vue particulier.

Pour Chandernagor, il est permis de présumer que la plus grande partie des matières organiques contenues en grande quantité dans l'eau de l'Hougly seront éliminées par les divers traitements subis par l'eau.

Les proportions d'azote ammoniacal et d'azote organique varient dans des limites assez grandes, les eaux en contiennent en général des quantités beaucoup trop fortes, toutefois l'eau amenée actuellement à Pondichéry a subi à ce point de vue également une grande amélioration.

Si les proportions de chacun de ces éléments pris isolément peuvent être acceptables au point de vue de l'hygiène, on peut néanmoins déplorer la présence simultanée dans cette eau de sels ammoniacaux, de matières albuminoïdes et d'acide nitrique.

La contamination par les matières organiques azotées d'origine animale, certaine dans les eaux employées jusqu'à ce jour à Pondichéry, d'après les résultats fournis par les analyses : présence simultanée de sels ammoniacaux, de matières albuminoïdes, d'acide nitrique, et chiffres obtenus plus élevés en liqueur alcaline qu'en liqueur acide, a pu être évitée, ou tout au moins considérablement diminuée dans le nouveau projet d'adduction.

Les recherches bactériologiques nous ont démontré que l'eau analysée est à toutes les époques de l'année d'une très grande richesse en bactéries; l'eau provenant du puits Montbrun après les travaux d'épuisement, si nous prenons comme base la classification établie par Miquel, rentre dans la catégorie des eaux potables.

Le Bactérium-Coli que l'on y trouve encore et qu'on ne rencontre guère que dans les eaux polluées par des matières fécales, ne se trouvera certainement plus dans l'eau de Pondichéry, qui quoique n'étant pas filtrée, offre des garanties suffisantes, la

captation ayant été faite avec le plus grand soin et les principales causes de souillure ayant été écartées.

Nous regrettons de ne pouvoir donner la teneur en bactéries de l'eau consommée actuellement à Pondichéry, ainsi que l'analyse de celle devant servir à alimenter la ville de Chandernagor, les travaux n'étant pas complètement terminés lors de notre départ de la colonie. Etant donné les résultats fournis par les filtres « Jewel », notre possession du Bengale est appelée à posséder très prochainement une eau excellente au point de vue biologique.

L'Hindou qui ne boit à tous ses repas que de l'eau puisée à la rivière, à l'étang ou au puits le plus voisin, aura maintenant à sa disposition de l'eau pure. Etant donné les difficultés éprouvées à introduire quelques notions d'hygiène dans ce milieu réfractaire à toute innovation, où les préjugés de caste, les prérogatives dont jouissent certaines classes sociales viennent encore accentuer les résistances de la population aux mesures de préservation qu'on essaie de lui imposer, il est présumer que les Hindous seront longtemps à apprécier et à goûter les bienfaits de la nouvelle alimentation de la ville en eau potable.

Leur caractère, leurs principes, leurs mœurs et principalement leur attachement sans bornes et inaltérable à leurs antiques usages, leur font repousser toute réforme même utile à leur bien-être, pour peu qu'elle porte atteinte à leur manière de vivre, à leurs routines, ou au plus absurde de leurs préjugés.

Des mesures plus radicales, prescrivant la disparition des nombreux étangs et mares, qui ne sont du reste que des foyers de paludisme, obligeraient graduellement les habitants à se servir de l'eau mise à leur disposition.

Peut-être alors verrait-on sévir avec moins de force et de régularité ces épidémies de choléra qui périodiquement font leur apparition à Pondichéry.

Chandernagor retrouverait bientôt sa réputation d'antan, de ville salubre, perdue depuis longtemps.

Le séjour dans la colonie sera rendu plus agréable; l'eau arrivant débarrassée de toute souillure, jusqu'à l'étage, permettra de supporter plus facilement la chaleur brûlante du soleil de l'Inde qui au mois de mai a la réputation « de faire fondre le granit. »

« Les lavages fréquents, les aspersions d'eau froide plusieurs fois répétées dans la journée sont en effet la règle pour quiconque veut conserver la santé aux colonies. »

Vu bon à imprimer

Le 23 novembre 1910

G. BOUCHARDAT.

Vu,

Le Directeur de l'Ecole

GUIGNARD.

Vu et permis d'imprimer

Le Vice-Recteur de l'académie de Paris

C. LIARD.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
AVANT-PROPOS	XIII
INTRODUCTION	XIV

PREMIÈRE PARTIE

CHAPITRE PREMIER

Etablissements français de l'Inde. — Climat. — Hydrographie. — Morbidité. — Mortalité. — Les villes de Pondichéry et de Chandernagor	1
--	---

CHAPITRE II

Rôle de l'eau dans les mœurs hindoues. — Différentes origines des eaux anciennement en usage. — Historique.....	7
Eaux anciennement consommées à Pondichéry.....	9
Eaux de Moutrépaleôm.....	10
Hypothèses sur l'origine de l'eau de Moutrépaleôm.....	12
Constitution géologique du sol de Moutrépaleôm.....	14
Eau des puits ordinaires. — Eau des étangs. — Eau des puits artésiens	16
Nouveau projet d'adduction pour Pondichéry.....	19

DEUXIÈME PARTIE

CHAPITRE PREMIER

Procédés analytiques.....	23
Recherches bactériologiques.....	27

CHAPITRE II

	Pages
Résultats des analyses.....	29
Conclusions.....	40

TROISIÈME PARTIE

CHAPITRE PREMIER

L'eau à Chandernagor.....	41
---------------------------	----

CHAPITRE II

Projet d'adduction et de distribution de l'eau.....	44
Jewel-Filter	45
Sédimentation préalable de l'eau brute.....	50

CHAPITRE III

Résultats des analyses.....	52
Conclusions	56
CONCLUSIONS GÉNÉRALES	57

AUXERRE
IMPRIMERIE J. PIGELET

PARIS
17, RUE DES PETITS-CHAMPS

AUXERRE
IMPRIMERIE J. PIGELET

PARIS
17, RUE DES PETITS-CHAMPS
